

Förändringar av råvarans nyttigheter

Vad kan den svenska bonden göra för att öka sin globala konkurrenskraft?

**Författare
Bengt Lundegårdh**

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
Kvalitet	9
- <i>Definitioner</i>	9
- <i>Objektiv kvalitet</i>	10
Hälsoutvecklingen fram till 2006	11
- <i>Sjukdomsutveckling</i>	11
- <i>Näringsrender</i>	13
- <i>Näringsrelaterade sjukdomar</i>	14
- <i>Sammanfattning</i>	22
Livsmedlens näringsinnehåll fram till 2006	22
- <i>Näringsstabellstudier</i>	22
- <i>Fältstudier</i>	23
- <i>Herbariumstudier</i>	24
- <i>Sortstudier</i>	24
- <i>Kött och mejeriprodukter</i>	26
- <i>Sammanfattning</i>	26
Riskbedömning – förändringar i råvarans näringsinnehåll och folkhälsa	27
Jordbrukets inverkan på råvarans näringsinnehåll	30
- <i>Byggande av biomassa</i>	32
- <i>Kostnad för produktion av vävnader</i>	34
- <i>Mineralämnen som kvalitetsfaktor</i>	37
- <i>Kvalitetsskillnader; skördenivå, skördetidpunkt, skördad del av växten, sortval, pesticider och andra kemikalier, gödsling</i>	38
Markens inverkan på produktens kvalitet	44
- <i>Markens innehåll av organiskt material (SOM)</i>	46
- <i>Biologisk integrering</i>	47
Tillståndet i svensk åkermark	48
Åtgärder som kan påverka produktens kvalitet	46
- <i>Växthuseffekten och produktkvalitet</i>	49
- <i>Typ av gödselmedel</i>	50
- <i>Andra åtgärder</i>	51
Slutvärdering	51
Glykokemiskt index och brixvärde för kvalitetsmätning	52
Handelns och grossisternas syn på livsmedelskvalitet och hälsa	53
Appendix I - II	56

Förord

Denna rapport är ett led i att öka kunskapen om hur den agrara utvecklingen samt samhällets aktiviteter har påverkat kvaliteten på våra livsmedel och riktar sig till beslutsfattare inom LRF. Rapporten är koncentrerad till om och i så fall hur nyttigheten av råvarorna från jordbruket har förändrats. Skadliga effekter, som kemikalierester, tungmetaller, mykotoxiner och mikrobiell kontaminering, tas inte upp i denna rapport. Rapporten tar inte heller upp kvaliteten på processade livsmedel utan endast kvaliteten på råvaran.

Rapporten har som syfte att se hur den svenska bonden kan arbeta med sitt jordbruk för att förbättra sin ställning inom Sverige och internationell genom att utveckla kvaliteten på sina råvaror. Dagens underlag för bedömning av jordbruks- och trädgårdsprodukters kvalitet är dock bristfällig. I rapporten har jag ändå försökt att ta ett helhetsperspektiv på dagens kunskap om kvalitet och om hur människans hälsa kan påverkas av brister i livsmedlens råvaror, som har sitt ursprung i primärproduktionen.

Frågeställningarna som belyses i rapporten är inte enkla att besvara, eftersom mycket är fortfarande osäkert. Men jag ser att rapporten är ett viktigt steg mot en bättre förståelse över råvarornas betydelse för vår hälsa. Rapporten skall ses som en första byggsten för ett fortsatt kvalitetsarbete när det gäller att utveckla jordbruks- och trädgårdsprodukternas näringsvärde och mervärde

Med hopp om god läsning

Bengt Lundegårdh

Uppsala 2007-02-14

Sammanfattning

För sin överlevnad behöver människan, förutom kolhydrater, protein och fetter, ett antal mineralämnen och vitaminer. Brist på dessa näringsämnen ger upphov till bristsymtom, till exempel skörbjugg vid vitamin C-brist. Flertalet av de allvarligaste bristsjukdomarna är idag mycket ovanliga i västvärlden. Den vanligaste bristsjukdomen som kan härledas till brist på ett näringsämne och som fortfarande är vanligt förekommande i samhället, är anemi hos främst fertila kvinnor. Dock kan anemi också orsakas av brist på vitamin B12 och folsyra. Andra bristsjukdomar med neurologiska symtom, som depression, förvirring, sömnlöshet och trötthet, tycks till och med blivit mer vanligt förekommande i samhället. Orsaken anses vanligtvis bero på folsyrabrist, men anledningen kan även vara brist på vitamin B12. Människans intag av både folsyra och vitamin B12 anses i allmänhet vara för lågt, och därmed torde dessa två vitaminer, tillsammans med järn, kunna vara orsaken till ett antal hälsoproblem.

Magnesium och zink är två andra näringsämnen som troligen befolkningen lider brist på och som kan orsaka ett antal bristsjukdomar. Magnesiumbrist leder oftast till muskelsmär, kramper och mentala störningar, som irritation och koncentrationssvårigheter, medan zinkbrist oftast leder till hudproblem och sämre sårhäkning samt kan leda till anorexi. Liknande symtom kan uppkomma vid brist på riboflavin (vitamin B2), dock finns det inget som tyder på att brist av detta vitamin skulle förekomma i Sverige.

Folkhälsan i Sverige och i övriga västvärlden har genomgått en förändring under 1900-talet. Allt fler personer lider av olika typer av kroniska sjukdomar som fetma, cancer, allergier, hjärt-kärlsjukdomar och bensjukhet. Orsaken till detta har man sökt bland olika faktorer som arv och miljö. Under senare år har kosten seglat upp som den sannolikt största orsaken till ökningen av kroniskt sjuka. Livsmedlens innehåll av miljögifter och naturliga toxiska substanser ansågs till att börja med vara den huvudsakliga anledningen till sjukdomsutvecklingen. Under det senaste decenniet har intresset alltmer inriktats på andra orsaker i kosten, tillsammans med livsstilsförändringar, kan vara skadliga för vår hälsa.

Kroniska sjukdomar kan sällan härledas till en orsak, utan oftast beror uppkomsten av dessa sjukdomar på ett samspel mellan ett antal faktorer. En ökad konsumtion av energirika livsmedel och en allt mer stillasittande livsföring har medfört en kraftig ökning av överviktiga personer i samhället. Samtidigt har näringsintaget sjunkit på bekostnad av ett ökat energiintag.

Det är främst intaget av snabba kolhydrater (mono- och disackarider) som förorsakar problem. Övervikt, typ 2 diabetes, hjärt-kärlsjukdomar och tandsjukdomar kan alla delvis härledas till höga intag av dessa kolhydrater. Genom att öka intaget av långsamma kolhydrater (växtfibrer) kan man sänka risken för att utveckla någon av dessa sjukdomar. Utvecklingen av sjukdomarna kan också påverkas av ett antal mikronäringsämnen. Vitamin C och E skyddar mot skador i tandkött respektive emaljen, liksom fluorid mot karies. Av dessa näringsämnen är det främst fluorid som ligger i riskzonen för brist. Krom ingår i glukostoleransfaktorn. Brist på krom kan bland annat leda till glukosintolerans och senare diabetes samt öka risk för åderförkalkning. Idag föreligger det en ökad risk för krombrist.

Högt intag av mättade fettsyror och transfetter tycks öka risken för att erhålla någon form av kronisk sjukdom, främst hjärt-kärlsjukdomar. Mejeriprodukter samt vissa köttprodukter innehåller en hög halt av mättat fett. Det är främst sammansättningen av fett som är viktigare än den totala mängden. Fettsammansättningen har betydelse om det totala fettintaget är lågt. Överskrider fettintaget 35 % spelar fettkvaliteten liten roll för risken att

utveckla kroniska sjukdomar. Både folsyra och kalium har visats sig kunna motverka utvecklingen av hjärt-kärlsjukdomar.

Benskörhet (osteoporos) är en vanlig åkomma och risken för att utveckla sjukdomen ökar med åldern. Kalcium, tillsammans med vitamin D, är ett av de viktigaste ämnena för uppbyggnaden av vår benstomme. Magnesium, kalium och zink (ca 30% finns i benstommen) kan ha en positiv effekt på skelettes styrka, medan natrium kan göra benen skörare.

Brist på mikronäringsämnen, främst zink och selen, har också korrelerats med ökad cancerrisk. Även magnesium anses kunna spela en roll i detta sammanhang. Andra näringsämnen som diskuteras är de som har en antioxidativ funktion. Hit hör vitaminerna C, D och E samt folsyra. Även bioaktiva, som ej räknas som livsnödvändiga, anses kunna hämma utvecklingen av olika former av cancer.

Utifrån vad som är sagt ovan, kan man relativt säkert säga att en rad av våra vanligaste sjukdomar är åtminstone delvis förorsakade av brister av eller obalans mellan näringsämnen. För vissa sjukdomar går det att peka ut några speciella näringsämnen som har en vetenskapligt övertygande effekt på sjukdomen. Men för flertalet av näringsämnena är effekterna på folkhälsan svåra att förutse på grund av tillgången på få vetenskapliga studier, som också ofta innehåller skiftande resultat. De näringsämnen som risken är störst för att hamna i brist är folsyra, magnesium, zink, selen och krom. För kvinnor och barn borde även järn uppmärksammas samt fluorid för äldre. Därmed borde livsmedelsforskningen inriktas mer mot att utreda hur innehållet av dessa näringsämnen skall kunna höjas i våra livsmedel

Vår kost har också blivit alltmer energität med ett högt innehåll av fett och tillsatt socker. Andelen mättat fett har ökat, medan en minskning har skett av komplexa kolhydrater och kostfibrer. Därtill anser man att intaget av frukt och grönsaker är för lågt. Med hjälp av måttenheten glykokemiskt index har en möjlighet införts för konsumenten att kunna välja livsmedel med lägre halt snabba kolhydrater. Därmed är det inte sagt att innehållet av näringsämnen skulle vara högre. För att kunna garantera att ett livsmedel har höga halter av näringsämnen måste andra mätmetoder införas, vilket också handeln efterlyser. Dock måste dessa mätmetoder vara enkla och billiga för att kunna användas rutinmässigt inom livsmedelindustrin och handeln. De metoder som idag används inom forskningen är specifika för vissa näringsämnen och för att få en helhetsbild av ett livsmedels näringsinnehåll krävs en mängd olika metoder som blir mycket kostsamt. Intressant vore att utveckla någon form av holistisk mätmetod, liknande den för proteinmätning (NIR).

Något större arbete på att förbättra råvarans näringsinnehåll görs inte idag. Däremot så arbetar man inom förädlingsleden med att förbättra tillgängligheten av olika näringsämnen.

En annan viktig faktor som påverkar våra behov av energi och näring är vår ålder. Vuxna, framför allt äldre vuxna, behöver förhållandevis mer näring än energi än barn och ungdomar. Matens näringstäthet, det vill säga näringsämne per energienhet, bör därför vara hög för äldre personer med liten aptit. Risken för att utveckla någon form av kronisk sjukdom torde därmed öka för äldre personer som fortsätter att äta liknade kost som de gjorde när de var yngre. Ensidig kost kan därför medföra att sjukdomar uppkommer vid olika åldrar, är kosten därtill näringsfattig kan uppkomsten av sjukdomar ske vid mycket unga år. En uppenbar risk finns för brist på magnesium, zink, selen, krom och fluorid hos äldre personer. För att undvika detta bör man utveckla mer näringstäta livsmedel och bäst vore om råvaran redan var näringstät.

Även om allt fler studier och rapporter visar att kosten är oerhört viktig för att bevara hälsan och förebygga många sjukdomar, så är det svårt att peka på vad i kosten som har störst effekt. Saken gör det inte heller lättare av att det i många studier har framkommit att extra intag av ett speciellt näringsämne sällan har någon verkan när en sjukdom redan har uppkommit. Det kan bero på att kroppens skyddsmekanismer kräver en lång tids uppbyggnad och underhåll och fel kost i unga år kan ge upphov till sjukdomar långt senare i livet. Det betyder att en välbalanserad näringsriktig kost är viktig under hela livstiden och att de förråd av näringsämnen som behövs i kroppen för att skydda kroppen vid extrema förhållanden som stress och sjukdom, är välfyllda.

Grunden för innehållet av energi och näring ligger i råvarornas sammansättning. Många är oroliga för att dagens jordbruk har försämrat livsmedlens innehåll av näringsämnen. De fåtal studier som tar upp detta problem visar entydigt mot ett sjunkande innehåll av en rad olika näringsämnen i våra råvaror, främst järn, magnesium, kalcium, zink och koppar. De flesta av studierna är dock utländska och hur statusen ser ut i svenska råvaror är osäkra. En jämförelse med medicinska och nutritionella studier så finns det dock en överrensstämmelse mellan dessa avseende vilka näringsämnen som normalt kan föreligga som brist hos befolkningen och vilka näringsämnen som troligen har sjunkit i halt i våra råvaror från jord- och trädgårdsbruk. Detta samband kan ses vara tillräckligt starkt för att anta att våra svenska råvaror har blivit mindre näringstäta och det finns troliga orsaker till varför det har skett. Dock måste man alltid ha i minnet att årsmånen spelar en avgörande roll för det slutliga innehållet av näringsämnen i råvaran och att råvarans innehåll av vitaminer påverkas av tillgången på spårämnen. Det sistnämnda medför att tillgången och upptagningen av mineralämnen, främst spårämnen, torde vara en av de viktigaste faktorerna för grödans näringsinnehåll.

Dagens samhällsutveckling har lett till en hög konsumtion av kol och olja, vilket har gett en högre halt koldioxid i atmosfären. En högre koldioxidhalt medför en högre tillväxtpotential för flertalet växter. Genom intensiv gödsling med NPK-gödselmedel har denna tillväxtpotential kunnat utnyttjas, vilket har medfört högre skördar. Parallellt med detta har växtförädlingen varit inriktad mot att höja grödornas skördeindex, som har lett till sorter med större skott och mindre rot. Många spårämnen är svårörliga i marken och deras upptagning bygger ofta på närkontakt med roten. Därtill hämmar oftast både kalium och fosfor upptagning av spårämnen, bland annat zink som oftast påverkas negativt av fosfor.

Rötternas upptagning av spårämnen och troligtvis magnesium och kalcium är inte lika anpassningsbara till förändringar i miljön som upptagningen av främst kväve. Moderna sorter har utvecklats mot hög produktion av biomassa, medan grödans förmåga att ta upp spårämnen har försumrats. Jämförande sortstudier med vete har visat på sämre upptagning av bland annat magnesium, järn och zink hos moderna sorter anpassade till ett intensivt jordbruk än äldre sorter anpassade till ett mer extensivt jordbruk. Växtens innehåll av järn och zink tycks vara mer beroende av odlingsplats medan magnesiuminnehållet är mer genetiskt betingat, vilket betyder att man torde kunna förbättra råvarans magnesiuminnehåll genom att välja sorter med höga magnesiumhalter.

Ett intensivt jordbruk, beroende av stor användning av handelsgödsel, har medfört en sänkning av markens humushalt. Markens humus är både viktig för markens vattenhållande förmåga och dess möjlighet att binda mineralämnen samt ger en porösare struktur som gynnar rotens tillväxt och utbredning. Humusen är också markens förråd av kol, kväve och svavel. I odlade marker med låg humushalt tycks tillgången av svavel vara låg, vilket medför att svavelkrävande grödor som kål- och lökväxter lider av svavelbrist. Låga humushalter och låg

tillförsel av nytt organiskt material påverkar inte enbart markens struktur och svavel-tillgänglighet negativt, utan hämmar även markens mikroliv och minskar tillförseln av spårämnen. En stor och aktiv mikroflora torde var gynnsam för mineralämnenas kvarhållande i marken och för dess upptagning till växten. Bland annat stimulerar mykorrhiza upptagningen av fosfor och spårämnen.

Andra effekter som kan ha en negativ inverkan på tillgången på magnesium och spårämnen är kalkning, som används för att höja markens pH. Tillsammans med hög tillförsel av kalium och fosfor, kommer höga kalcium halter medföra att magnesium och spårämnen trängs bort från markpartiklarnas laddningar, till vilka de är bundna, varvid risken för läckage av dessa joner ökar. Därtill verkar kalcium allmänt hämmande på både upptagningen av magnesium och flertalet spårämnen. Ett högt pH i marken minskar också tillgängligheten för de flesta spårämnen, förutom för molybden och selen.

Tyngdpunkten för ett fortsatt framtida arbete med att minska risken för låga näringshalter i våra livsmedel torde vara att inrikta forskning och utveckling mot att gynna grödornas upptagning av spårämnen samt magnesium. Både svenska och utländska studier visar på svaga korrelationer mellan markens och grödans innehåll av mineralämnen. Studierna är främst gjorda på vete, men visar på att andra faktorer torde vara av större betydelse för grödans mineralämnesinnehåll än markens totala innehåll av mineralämnen. Markfloras och markfaunans aktivitet samt deras interaktion med gröda och mark, liksom grödans egen inverkan på marken genom exudat kan vara faktorer som spelar en betydligt större roll för både grödans mineralämnesupptagning och metabolism och därmed grödans näringsinnehåll än rena fysikaliska och kemiska egenskaper i marken.

Trots avsaknaden av grundläggande kunskap om hur olika åtgärder påverkar magnesium och spårämnenas tillgänglighet i ett odlingsystem, samt hur dessa åtgärder kan påverka grödans näringsinnehåll och innehåll av andra bioaktiva ämnen, finns det åtgärder att göra redan idag.

För att skapa en förutsättning för lantbrukaren att höja näringsinnehållet i sina råvaror måste åtgärderna betala sig genom att lantbrukaren får högre intäkter genom att sälja produkter med högre halt av näringsämnen. Sambandet mellan skörd-/energiinnehåll och näringsinnehåll är oftast negativt, vilket medför att höga, kolhydratrika råvaror har lägre näringsinnehåll. För att förbättra näringsinnehållet kan lantbrukaren få lov att sänka skördenivåerna och därmed sänka sina intäkter om inte mervärdet betalar sig.

Låga näringsinnehåll i råvarorna behöver dock inte alltid betyda att skördarna är för höga, utan det lägre näringsinnehållet kan även bero på en bristfällig upptagning av mineralämnen. Det torde därmed vara fullt tillräckligt att arbeta för att skapa goda förutsättningar till en adekvat upptagning av spårämnen för att höja skördeproduktens näringsinnehåll. Ett först steg vore att ta både mark och grödprover för totalanalys av innehållet av mineralämnen. En sådan analys skulle kunna ge indikationer om åkermarken har stora obalanser mellan eller brister av essentiella mineralämnen. Uppvisar proverna varken tydliga obalanser eller brister torde en utarmning av marken kunna uteslutas som orsak till låga näringshalter om grödproverna indikera att sådana finns. En förutsättning för detta är att det finns en bra databas över normvärden för mineralinnehåll i mark och grödor.

När man har uteslutit förekomsten av tydliga obalanser och brister avseende förekomsten av mineralämnen på gården, kan man gå vidare med andra åtgärder. En förutsättning för att uppnå en optimal halt av spårämnen i växten är att markens förråd av dessa ej utarmas genom

ensidig gödsling. Detta sker bäst genom att tillföra olika former av organiskt material. En kontroll av att dessa inte är kontaminerade med skadliga tungmetaller, främst kadmium, bly och kvicksilver bör dock göras.

Tillförsel av organiskt material leder även till porösare markstruktur med bättre vattenhållande förmåga. Organiskt material har också en pH-höjande effekt, varvid kalkning kan avvaras. Sammanslaget gynnar detta växtrötternas tillväxt och utbredningen, vilket i sin tur gynnar upptagningen av spårämnen. Därutöver kommer en tillförsel av organiskt material stimulera markens mikroliv. Rätt tidpunkt för tillförsel av det organiska materialet kommer att kunna medföra en jämnare och bättre leverans av mineralämnen till grödan under växtsäsongen. En annan fördel är att markens halt av svavel torde öka

Fosforhalterna i våra åkermarker anses i dag var för höga och risken för läckage av fosfor är stor. Någon brist på fosfor föreligger knappast i vår kost i dag och halterna i grödorna är tillfredställande. Däremot tycks det förkomma en allvarlig brist på bland annat zink. En minskad fosforhalt i marken torde kunna förbättra upptagningen av zink. En minskning av fosforgödslingen kan därmed vara en rimlig åtgärd för att höja kvaliteten på råvarorna.

Även valet av sort kan bli avgörande för den slutliga kvaliteten på produkten. Det är viktigt att välja en sort med stort rotsystem. Dock har växtförädlingen missgynnat roten till fördel för skottet och ett högt skördeindex. Innan man väljer sort bör man ta reda på sorternas förmåga att ta upp främst spårämnen.

Intressant vore att skapa en marknad för primörer med högt näringsinnehåll till äldre och till förebyggande hälsovård. Därmed skulle det kunna skapa en ny marknad för lantbrukare. Genom att välja gröda skulle de kunna välja om de vill producera näringsrika eller energirika produkter. Rotfrukter, frukter och frön är oftast energirikare än blad och blomställningar. Energi- och näringsinnehåll kan också regleras genom odlings- och skördetid. För att erhålla en hög energimängd bör grödan odlas länge, medan högst näringsinnehåll oftast uppnås i unga plantor eller organ.

Rapporten tar endast upp råvarans innehåll av nyttigheter vid leverans från gården. Därefter kan mycket ske vid förädling och i distributionskedjan. För det mesta leder detta till försämringar i innehållet av näring, framför allt vid lagring av frukt och grönsaker. Av denna anledning torde närproducerade råvaror som nyttjas tidigt efter skörd ha ett bättre näringsvärde, främst avseende vitaminer, än de som nyttjas sent.

Slutligen bör tilläggas att rapporten visar på stora kunskapsbrister avseende hur olika faktorer, var för sig eller i samverkan, påverkar jord- och trädgårdsprodukternas näringsinnehåll. För att i framtiden bättre kunna styra livsmedelproduktionen mot mer näringsriktiga produkter behövs det ett mer sammanhållande och långsiktigt forsknings- och utvecklingsarbete baserat på gården och dess resurser

Kvalitet

Definitioner

Ordet kvalitet betyder egenskap, värde. Ofta förknippas dock ordet ”kvalitet” med en positiv värdering. Men kvalitet bör vara ett neutralt och ograderat begrepp.

Enligt ISO 8402:1994 kan kvalitet definieras som

- alla sammantagna egenskaper hos ett objekt eller en företeelse som ger dess förmåga att tillfredsställa uttalade och underförstådda behov.

Kvaliteten är relaterad till hur man skall använda produkten. För många innebär bra kvalitet att en vara är ändamålsenlig. För att det ska vara meningsfullt att prata om kvalitet krävs det någon form av skala som kan användas vid mätning eller registrering. Det krävs också en norm att jämföra resultaten med för att en bedömning av kvaliteten skall kunna göras, vilket uttrycks i ISO 9000:2000 som

- den grad till vilken inneboende egenskaper uppfyller krav, det vill säga behov eller förväntning som är angiven, i allmänhet underförstådd eller obligatorisk.

Ett livsmedel får ett värde som vara för konsumenten först när det konsumeras som mat. Alla egenskaper, som påverkar konsumtionen, är av intresse från hälsosynpunkt, även om vissa egenskaper har en mer direkt betydelse än andra.

Livsmedlens egenskaper uttrycks antingen objektivt med enkla analysvärden och/eller subjektivt med sammansatta upplevelser beroende på användare och situation (Figur 1). Analysvärden som fetthalt, vattenhalt, resthalter, vitaminhalter och mineralämneshalter är objektiva värden som lätt går att jämföra mellan livsmedel. Men det är betydligt mer komplicerat att värdera de uppmätta resultaten till en ”total kvalitet” avseende livsmedlets inverkan på vår hälsa.

Konsumenten har ofta en förväntning på det hon eller han skall äta eller dricka. Upplevelsen av ”kvalitet” när det gäller ett speciellt livsmedel kan variera mycket från person till person, men också mellan olika tillfällen för en och samma person. Vi väljer olika om vi planerar en vardags- eller en söndagsmiddag. Ekonomiska resurser, brist på tid och kunskaper är faktorer som starkt spelar in. Vad som är hög kvalitet för en människa kan vara oacceptabelt låg kvalitet för en annan. Många konsumenter tycker att färskhet och fräschör, men också smak, lukt och produktionssättets miljöpåverkan är viktiga kvalitetsfaktorer. Att konsumera en produkt som känslomässigt känns bra för en person, kan ofta påverka personens hälsa via dennes psyke.

Objektiv kvalitet:

- Funktionell kvalitet
- Ätkvalitet
- Hygienisk kvalitet
 - mikrobiell kvalitet
 - miljögifter och bekämpningsmedelsrester
 - läkemedelsrester
 - naturliga gifter
- Näringskvalitet

Miljökvalitet**Immateriell kvalitet:**

- Produktionsetik, djurvänliga uppfödningmetoder, odling utan onödiga tillsatser etc.
- Genteknik
- Etniska och kulturella aspekter, frågor som anknyter till tradition, kultur och konsumentens ursprung
- Produkt- och företagsanknytning

Servicekvalitet:

- Produkten motsvarar förväntningar vad gäller olika egenskaper, pris, märkning, tillgänglighet, leveranssäkerhet etc

Figur 1. Indelning av olika livsmedelskvaliteter (Matens kvalitet, Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien, 2002)

Objektiv kvalitet

Den objektiva kvaliteten på livsmedel indelas oftast i fyra kvaliteter, nämligen funktionell kvalitet, ätkvalitet, hygienisk kvalitet och näringskvalitet (Matens kvalitet, 2002).

Funktionell kvalitet innefattar livsmedlens tekniska egenskaper och beredningskvalitet. Till detta område hör också sådana egenskaper som produkternas kemiska sammansättning, struktur och form, liksom mätbara egenskaper som vattenhållande förmåga, färg och pH-värde. Dessa funktionella egenskaper har betydelse i hela livsmedelskedjan, såväl i olika förädlingsled som för den enskilda konsumenten.

Ätkvalitet innefattar de egenskaper som kallas sensoriska. Innebörden varierar för olika livsmedel. För de flesta produkter är utseende, smak, lukt och konsistens de viktigaste sensoriska egenskaperna.

Hygienisk kvalitet innefattar begrepp som har med säkerhet att göra och har mycket stor betydelse för många konsumenter. Här ingår faktorer som förekomsten av patogener, antropogena kemikalierester och naturliga gifter. Efter inträdet i EU ligger kontrollansvaret hos producenten/exportören.

Med näringskvalitet avses råvarornas och de olika produkternas kemiska sammansättning och innehåll av de näringsämnen som är viktiga för en fullvärdig kost. Mängden protein och dess innehåll av aminosyror, särskilt de som kroppen inte kan bilda (de essentiella) är ett viktigt mått på näringskvalitet. Proteiner och aminosyror ingår i kroppens olika vävnader och organ,

och därför är det viktigt att kosten innehåller tillräckliga mängder. Fettet i olika livsmedel utgör en viktig energikälla. Till näringskvalitet bör även livsmedlens innehåll av hälsobefrämjande ämnen (produktens mervärde) räknas. Dessa ämnen räknas ej som livsnödvändiga, men lär kunna stärka kroppens skydd mot sjukdomar, toxiska ämnen och oxidativ stress. Dock är forskningen kring dessa ämnens funktioner relativt ung och endast ett fåtal ämnen har med stor säkerhet kunnat bevisas ha skyddande effekter på vår hälsa.

Näringskvalitet och hygienisk kvalitet är de viktigaste egenskaper avseende livsmedlens påverkan på vår hälsa. Produkternas säkerhet – frihet från skadliga ämnen och organismer – kommer inte att behandlas vidare, eftersom denna kvalitet är väl reglerad i dagens handel med livsmedel. Däremot saknas det ett fungerande kvalitetssäkringssystem avseende livsmedlens näringsinnehåll (både essentiella näringsämnen och hälsobefrämjande ämnen), vilket kommer att behandlas vidare i rapporten.

Bra referenser

Matens kvalitet, Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien, 2002
ISO 8402:1994
ISO 9000:2000

Hälsoutvecklingen fram till 2006

Sjukdomsutveckling

Människan är en av de senast utvecklade organismerna på jorden. Hennes livsform är summan av en rad livsprocesser som har visat sig hållbara under den biologiska utveckling som har pågått på jorden över 3,5 miljarder år. För att vi ska må bra och kunna prestera både fysiskt och mentalt måste vi äta så att vi får i oss tillräckligt med näringsämnen och energi. Det är också viktigt att det är en bra balans mellan näringsämnena vi äter. Kroppen behöver cirka 50 så kallade essentiella (livsnödvändiga) näringsämnen. De essentiella näringsämnena består av aminosyror, fettsyror, vitaminer och mineralämnen. Kroppen kan inte tillverka dessa näringsämnen utan vi måste få dem från maten vi äter. För att kroppen ska kunna utnyttja näringsämnena måste maten innehålla tillräckligt mycket energi. Utöver dessa essentiella ämnen finns det andra ämnen som människan erhåller via maten. Många av dessa ämnen har visat sig i små mängder kunna skydda människan mot metaboliska och mutativa skador samt infektioner. Större intag av samma ämnen kan leda till toxiska effekter.

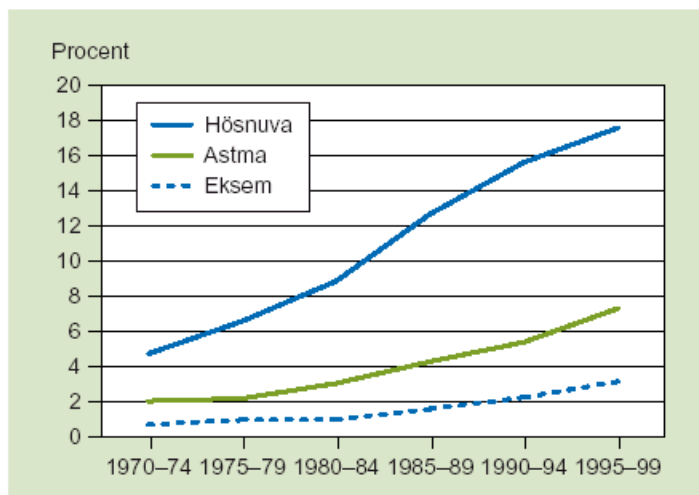
För att människan ska kunna överleva under en längre period kräver den ett välfungerande, aktivt försvarssystem. Dessa försvarssystem kräver en rad av ovan beskrivna ämnen för att kunna fungera tillfredsställande. Ämnena produceras antingen av människan själv eller erhålls via hennes födointag. För maximal funktion hos försvarssystemen, vid olika förhållanden i vår omgivning, krävs det en specifik sammansättning av ämnen i vår kost. Med andra ord är människan liksom andra organismer på vår jord anpassad till speciella miljöförhållanden. Ju kraftigare en förändring i omgivningen skiljer sig från organismens optimala livsförhållande, ju större är risken att organismen inte överlever. Stora och snabba förändringar av miljö eller näringstillgång kan leda till stora skador på en organism eller t.o.m. till dess undergång. Steinmetz och Potter (1991) uttrycker det som ”There is a diet to which humans are adapted; this diet includes regular exposure to substances on which human metabolism is dependent, only some of which to date have been labelled as essential nutrients. Vegetables and fruit contain the anti-carcinogenic cocktail to which we are adapted. *We abandon it at our peril.*”

Enligt WHO (Technical report 916) reflekteras förändringar i världsekonomi och livsmedelsindustri i en ändrad kostvana, mot en ökad konsumtion av energität kost, rik på fett och fattig på oraffinerade kolhydrater. På grund av dessa kostförändringar samt förändringar i livsstil ökar risken för att insjukna i någon form av kronisk sjukdom. Sex av de tio mest förekommande dödsorsakerna i USA tros vara relaterade till dieten bl.a. cancer, hjärt-kärlsjukdomar, stroke, diabetes och åderförkalkning. Inom den Europeiska gemenskapen kan man för närvarande se en hög prevalens av icke smittsamma sjukdomar, såsom cancer, hjärt-kärlsjukdomar, diabetes, vissa allergier och osteoporos på grund av interaktion av olika genetiska och miljömässiga faktorer och livsstilsfaktorer (bl.a. rökning, kost och brist på fysisk aktivitet). Resultaten från ett stort antal studier visar att nutritionen är viktig för att bevara hälsan och förebygger många av dessa stora sjukdomar. För Europeiska unionen har uppskattningar gjorts av den totala ohälsobördan, funktionshinder och förtida dödlighet på grund av samtliga orsaker inom befolkningen och vilka faktorer som utgör den största andelen av denna sjukdomsbörda. Av ett stort antal orsaker anses kostrelaterade faktorer stå för nästan 10 % av den totala sjukdomsbördan – inklusive övervikt (3,7 %), låg frukt- och grönsaks-konsumtion (3,5 %), hög konsumtion av mättat fett (1,1 %). Tillsammans med bristen på fysisk aktivitet (1,4 %) stod dessa faktorer för en större andel av ohälsan än tobaksrökning (9,0 %). I Sverige finns det idag ca 300.000 diabetiker, 500.000 hjärt- och kärlsjuka och 350.000 cancersjuka. Därtill finns det ca 2 miljoner svenskar som har någon form av allergi. Andelen kroniska sjukdomar av totalt antal behandlade sjukdomar i världen kommer troligen att öka med 20-30% under de närmsta 15 åren (Tabell 1).

Tabell 1. Hälsoläge i Sverige 2005 (Folkhälsorapporten 2005)

- Hjärt-kärlsjukdomarna är ett av de absolut största folkhälsoproblemen i Sverige
- Omkring 300.000 personer uppskattas ha diabetes i Sverige, varav drygt en tiondel har typ 1-diabetes.
- Andelen personer i befolkningen med fetma har fördubblats sedan 1980.
- Cancer är den näst vanligaste dödsorsaken efter hjärt-kärlsjukdom för både män och kvinnor.
- Antalet personer med allergier och annan överkänslighet har ökat kraftigt i hela västvärlden under de senaste decennierna. Allergisjukdomar står för de vanligaste långvariga hälsoproblemen bland barn.
- 1990 led 1/3 av de som var sjuka av kroniska sjukdomar. År 2020 har man beräknat att 2/3 kommer att lida av kroniska sjukdomar.

Insjuknandet i hjärt-kärlsjukdomar har minskat under senare år och kan i stor utsträckning förklaras av förändrade levnadsvanor, framför allt minskad rökning i befolkningen och till viss del förbättrade matvanor. Likaså tycks det ha skett en stagnation i utvecklingen av allergier från att ha ökat kraftigt sedan 1960-talet fram till 2000 (Figur 1). Däremot rapporteras det fler cancerfall, över 40.000 nya cancerfall per år, vilket är en ökning med ca 25 % sedan 1980-talet. Under det senaste decenniet har antalet cancerfall ökat med 1,1 procent per år bland män, medan motsvarande siffra för kvinnor är 0,5 procent. Män drabbas i stor utsträckning efter 60-årsåldern, och då främst av prostatacancer. Kvinnors cancerformer drabbar i något yngre åldrar. Under de senaste tio åren har prostata- och hudcancer ökat bland män, medan insjuknandet i lungcancer minskat. Bland kvinnor ökar bröst-, lung- samt hudcancer. Magsäckscancer har mer än halverats under perioden 1994 till 2003 och benskörhet har tredubblats i Sverige sedan 1959.



Figur 2. Andelen med allergi-sjukdomar i form av hösnuva, astma eller eksem hos 18-åriga män efter månstringsår, baserat på femårsperioder från 1970 till 1999 (Folkhälsorapporten 2005).

Näringstrender

Det blir allt vanligare inom hälsovården att näringsämnen träder fram som den huvudsakliga modifierbara faktorn till kroniska sjukdomar, med stöd av ett ökat antal vetenskapliga bevis som visar på att kostförändringar har en stark effekt, både positiv och negativ, på vår hälsa genom livet. Viktigast är att en reglering av kosten inte enbart kan påverka rådande hälsotillstånd, utan även inverka på om en individ kommer att utveckla en kronisk sjukdom eller ej senare i livet (WHO, 2003). Genomförda kostvaneundersökningar inom EU visar att bristen på mikronäring – särskilt järn, jod och folsyra – är ett konstant problem av varierande omfattning i samtliga medlemsstater. Dessa brister kan leda till anemi, jodbristsjukdomar och medfödda missbildningar.

Under perioden 1910-1950 upptäcktes de 13 för människan essentiella vitaminer. Senare studier inriktades emot att undersöka dessas effekt på olika sjukdomar förutom näringsbrist-sjukdomar. Studierna har främst varit inriktade på att undersöka effekten av varje enskilt ämne för sig. Därmed saknas kunskap om ämnenas antagonistiska och synergistiska effekter. Som exempel kan tas epidemiologiska studier gällande ämnen med skyddande effekt mot kroniska sjukdomar där oftast endast ett ämne eller en mindre grupp av liknande ämnen i taget har undersökts. Studierna, som är sammanfattade i skriften "Att förebygga sjukdomar – med antioxidanter" från 1997, visar att ett kosttillskott av de ämnen som ansågs kunna skydda mot utvecklingen av olika typer av kroniska sjukdomar inte hade någon effekt. Däremot kunde ett antal i skriften refererade studier visa på att ett ökat intag av frukt och grönt kunde skydda mot ett antal av undersökta sjukdomar, vilket tyder på att det är kostens total sammansättning av ämnen som påverkar utvecklingen av en sjukdom och inte ett eller ett fåtal enskilda ämnen.

Ovan beskrivna komplexa samband ses i tre oberoende studier som alla kunde påvisa att intaget av betakaroten via tabletter saknade skyddande effekt utan kunde till och med öka risken för cancer hos rökare. Intressant från dessa studier är att serumhalten av betakaroten efter tre år var 15 gånger högre hos dem som fick betakaroten via tabletter jämfört med kontrollgruppen. Däremot torde samma intag av betakaroten via hög andel av karoten-innehållande livsmedel ha en skyddande effekt på lungcancer.

En gammal rekommendation har varit att sänka mängden mättade fettsyror och öka mängden fleromättade för att sänka halten kolesterol. Nu har det visat sig att stearinsyra är unik och viktig och kan ej jämföras med övriga mättade fettsyror. När det gäller enomättade fettsyror tros oljesyra ha en skyddande funktion. De senare årens rekommendationer från nutritionister och utvecklingen av nya djurfoder har lett till en obalans mellan n-6/n-3 i lipiderna. Detta har medfört att man nu frågar sig om linolsyra kan vara orsak till "coronary artery diseases".

Den dåliga kunskapen om olika ämnens samverkande effekt samt deras effekt på skilda metaboliska och fysiologiska processer medför att snabba förändringar av näringsrekommendationer och i livsmedelsförädling kan skapa ämnesbalanser i kosten som är hälsoskadliga. En orsak till den förändrade sjukdomsbilden hos människor i det moderna samhället lär bero på förändrade balanser mellan ämnen i kosten. Pascal (1996) uttryckte saken enligt följande: "We need to be very cautious when establishing recommendations and not to change any component of a diet too quickly, thereby jeopardizing the dietary balance".

Näringsrelaterade sjukdomar

Många sjukdomar i äldre tid var relaterade till rena näringsbrister på grund av matbrist eller ensidig kost. I dag är flertalet av dessa akuta näringsbristsjukdomar ovanliga i västvärlden och anses inte vara något större hälsoproblem. Ur global synpunkt har brist på mikronäringsämnen dock fortfarande aktualitet. Vitamin A-brist utgör tillsammans med järn- och jodbrist de dominerande bristsjukdomarna. I flyktingläger i samband med krig och hungersnöd i låginkomstländer har skörbjugg och pellagra stor betydelse för de höga dödstalen som följt av bristande tillgång till färsk livsmedel.

Det ökade intresset för stresssjukdomar och kostens betydelse för långsiktig hälsoutveckling, bland annat risken för att utveckla komplexa sjukdomar som cancer, har ökat intresset för vissa näringsämnen i industriländerna. Vitaminers roll för kroppens antioxidantförsvar samt folsyrans betydelse för att motverka fosterskador och utveckling av hjärtkärlsjukdomar har dominerat diskussionen om vitaminernas betydelse under det senaste decenniet. Detta kan mer anses utgöra en användning av vitaminernas skyddande effekt än för att förebygga klassiska vitaminbristsjukdomar genom kosttillsatser, vitamintabletter eller ändrade kostvanor.

Förändringen av vår kost karaktäriseras både av kvantitativa och kvalitativa förändringar. Den skadliga förändringen av vår kost inkluderar strukturella skiftningar av vår kost mot en mer energität kost med högt innehåll av fett och tillsatt socker, hög andel mättat fett (främst från animala källor), reducerat intag av komplexa kolhydrater och kostfibrer, samt lågt intag av frukt och grönt. Dessa kostförändringar är sammanlänkade med livsstilsförändringar som har medfört lägre fysisk aktivitet under arbete och fritid.

Energität kost med låg halt av mikronäringsämnen har visat sig öka risken för övervikt. Orsaken kan vara rubbningar i kroppens ämnesomsättning uppkomna av obalanser mellan mikronäringsämnen eller svag brist på ett antal mikronäringsämnen, eftersom flertalet av mikronäringsämnen ingår i funktioner som styr kroppens omsättning av bland annat kolhydrater. Om nedsatt immunförsvar och minskad muskelkraft, förutom depression, förekommer bland patienter, kan det vara symptom på näringsbrist. Lite underhudsfett, dåligt skelett, låga halter zink, selen, och vitamin E ger indikationer om dåligt kosthållning.

Energi och protein

Undernäring på grund av brist på energi och protein är ovanligt i västvärlden. Däremot orsakar ett för högt intag av energi stora hälsoproblem. Övervikt (fetma) har blivit allt vanligare under de senaste decennierna, med en ökning på 25 % i Sverige sedan 1980. Högt blodtryck är ca tre gånger vanligare hos överviktiga än hos normalviktiga, varvid risken för hjärtinfarkt ökar. Övervikt är också en riskfaktor för cancer och för besvär i rygg och led samt för att utveckla typ 2-diabetes.

Störst risk för övervikt föreligger hos dem som dricker mycket läsk och fruktjuicer och förtär höga mängder av energität kost med högt glykemiskt index och låg halt icke-stärkelsepoly-sackarider (växtfibrer) (Appendix 1). Intaget av protein tycks ej ha någon inverkan på övervikt, medan ett högt proteinintag kan öka risken för benskörhet. Det senare torde bero på att protein, framför allt animaliskt protein, kan motverka den positiva effekt som ett kalciumintag har på kroppens kalciumbalans.

Behovet av näringsämnen för vuxna förändras inte lika mycket med stigande ålder som behovet av energi. En äldre person har samma behov som tidigare av vitaminer och mineralämnen men ett mindre behov av energi. Matens näringstäthet, det vill säga näringsämne per energienhet, bör därför vara hög för äldre personer med liten aptit. Ensidig kost kan därför medföra att sjukdomar uppkommer vid olika åldrar, är kosten därtill näringsfattig kan uppkomsten av sjukdomar ske vid mycket unga åldrar.

Om en person inte kan täcka sitt energibehov med fett och kolhydrater utnyttjas protein i större utsträckning som energikälla. Detta kan leda till att sarcopeni, muskelförtvining, uppstår eftersom kroppen då utnyttjar de egna förråden för energiförbrukning. Kroppens förmåga att syntetisera nytt protein försvåras också. Vid stress och skador sker ökade förluster av protein. Proteinbehovet kan därför vara högre vid sjukdom, vilket ställer ytterligare krav på matens näringstäthet.

Fetter

Högt intag av mättade fettsyror och transfetter tycks öka risken för att erhålla någon form av kronisk sjukdom, främst fetma, diabetes och hjärt-kärlsjukdomar. Mejeriprodukter samt vissa köttprodukter innehåller en hög halt av mättat fett. Det är främst sammansättningen av fettet som är viktigt än den totala mängden. Mjölk innehåller också konjugerad linolsyra (CLA). I försök med djur och i *in vitro*-försök har det observerats att CLA kan sänka ackumulering av fett och åderförkalkning samt öka metabolismen av glukos och lipider. I epidemiologiska studier har också ett omvänt förhållande kunnat påvisas mellan intaget av CLA och risken för hjärt-kärlsjukdom hos äldre personer.

Mörk choklad innehåller rikligt med den mättade fettsyran stearinsyra, som består av 18 kolatomer. Mättade fettsyror med 12, 14 och 16 kolatomer ökar det skadliga LDL-kolesterolet och minskar det skyddande HDL-kolesterolet, varvid risken för hjärt-kärlsjukdomar ökar. I motsats till andra mättade fettsyror är dock stearinsyra neutral eller till och med gynnsam när det gäller kolesterolet. Förklaringen är att stearinsyra i kroppen snabbt omvandlas till oljesyra, olivoljans nyttiga fettsyra.

Många studier har visat att oljesyra har en åderförkalkningsskyddande effekt. De bakomliggande mekanismerna är flera. Den sänker det skadliga LDL-kolesterolet och höjer det goda HDL-kolesterolet något.

Fettsammansättningen har betydelse om det totala fettintaget är lågt. Överskrider fettintaget 35 % spelar fettkvaliteten liten roll för risken att utveckla kroniska sjukdomar. Långkedjade fettsyror är också viktiga för barns utveckling.

Mineralnäringsämnen

Ren brist på kalium eller fosfor är extremt sällsynt eftersom båda dessa ämnen är rikligt förekommande i all mat. Ett lågt kaliumintag anses dock försvåra kroppens förmåga att kompensera för höga natriumintag via salt mat. Det råder ett omvänt förhållande mellan kaliumintaget, kroppens kaliuminnehåll och kaliumkoncentrationen i kroppsvätskorna å ena sidan, och blodtrycket å den andra. Även om den kortsiktiga effekten torde vara att kaliumtillförseln stimulerar natriumutsöndringen, är orsaken till den långsiktiga effekten med sänkning av blodtrycket, såväl hos personer med normalt som förhöjt blodtryck, ännu ej helt klarlagd.

Fosforbrist kan enbart uppstå vid extrema förhållanden, till exempel total svält eller speciella sjukdomstillstånd, då bristsymtom uppkommer i form av aptitlöshet, illamående, hemolytisk anemi, muskelsvaghet, försämrat immunförsvar och minskad benmassa. Muskelpåverkan i form av svaghet är ett av de första bristtecknen. Vid kronisk, även måttlig brist på fosfor, kan rakit eller osteomalaci utvecklas.

Svavel medverkar vid cellernas respirationprocesser och stimulerar alla avgiftande funktioner, genom att bland annat ingå i glutation. Svavel ingår även i den essentiella aminosyran metionin. Närvaron av svavel i de röda blodkropparna är en förutsättning för hemoglobinet förmåga att binda syre. Brist på svavel är sällan förekommande och återfinns i stort sett bara hos vegetarianer, som varken äter ägg eller mejeriprodukter. Vid brist kan det uppträda sjukdomar i hud, naglar och hår, möjligtvis också ledsjukdomar.

Kalcium, tillsammans med vitamin D, är ett av de viktigaste ämnena för uppbyggnaden av ben och en ändamålsenlig tillförsel av kalcium till benstommen är livsviktigt under hela vår livstid. Det är främst äldre som är i riskzonen för kalciumbrist som leder till benskörhet (osteoporos). Andra personer i riskzonen för kalciumbrist är främst kvinnor med låga östrogennivåer vilket medför försämrat kalciumupptag och ökad nedbrytning av benvävnad. Ett flertal stora befolkningsstudier har även visat på ökad risk för koloncancer (tjocktarmscancer) vid lågt kalciumintag. En hypotes till effekten är att kalcium förhindrar gallsyrornas och fettets negativa effekter i tarmen. Högt kalciumintag torde även kunna skydda mot hjärt-kärlsjukdomar.

Magnesium är viktigt för kroppens nerv- och muskelfunktioner. Kostens magnesiuminnehåll, och därmed cellernas nivå av magnesium, har betydelse för muskelcellernas svar vid hårt fysiskt arbete. Vid såväl mental som fysisk stress ökar förlusterna av magnesium via njurarna och svett, vilket kan leda till låga magnesiumdepåer. Med åldern tenderar upptagningen av magnesium att minska samtidigt som njurarnas utsöndring ökar. Därför utgör den äldre populationen en speciellt utsatt riskgrupp vad gäller brist på magnesium. En annan riskgrupp är de som har ett intag på gränsen till behovet och samtidig ökad magnesiumförlust på grund av hög alkoholkonsumtion eller stress. Tidiga symtom på magnesiumbrist kommer ofta från nervsystemet och musklerna som muskelsvaghet, muskelryckningar, kramper och tremor. Irritation, trötthet, aggressivitet, koncentrationssvårigheter, inlärningssvårigheter och depression har också beskrivits vid magnesiumbrist. Många äldre lider av benkramper, vilket ofta är ett första tecken på magnesiumbrist.

Magnesiumbrist har tidigare kopplats till bland annat benskörhet, njurcancer, diabetes och höjda nivåer av det onda kolesterolet LDL. Magnesiumbrist misstänks även kunna utlösa den inflammation som bidrar till framväxt av cancer. Utveckling av bensår och allergier lär kunna bero på låga magnesiumhalter. Även om kalcium, tillsammans med vitamin D, anses vara det viktigaste näringsämnet för att minska risken för benskörhet tycks även andra ämnen kunna påverka sjukdomen. Magnesium, kalium och zink (Ca 30% finns i benstommen) kan ha en positiv effekt på skeletts styrka, medan natrium kan göra benen skörare. Allt fler studier visar på att magnesium är viktigt för benstommens uppbyggnad, bland annat beroende på dess inverkan på omsättningen av kalcium. Benskörhet verkar påverkas av förhållandet mellan kalcium och magnesium samt mängd kadmium.

Järn ingår i blodfärgämnet hemoglobin (hb) i de röda blodkropparna. Brist på järn leder till anemi med trötthet och nedsatt immunförsvar. Vid bildningen av de röda blodkropparna behövs bland annat järn, vitamin B12 och folsyra. Om någon av dessa komponenter saknas, blir följden en minskad produktion av röda blodkroppar. Järnbehovet är mest uttalat i samband med snabb tillväxt under barn- och ungdomsåren, men också i samband med graviditet och amning. Hos kvinnor i fertil ålder medför de månatliga blödningarna en extra fysiologisk stress på järnbalansen som också ökar järnbehovet och kan leda till järnbrist.

Koppar är viktigt för cellernas andning och nervsystemet. Koppar påverkar även immunförsvaret. Koppar har å ena sidan en nedbrytande och inflammatorisk verkan men ingår å andra sidan i ett av kroppens viktigaste skyddande enzym och är nödvändigt för blodet och järnupptaget. Kopparbrist är dock ovanligt och kan om sådan uppkommer leda till anemi och ökad infektionsbenägenhet.

Zinkintaget har beräknats vara för lågt hos nära hälften av världens befolkning, då främst i utvecklingsländer. Där utgör zinkbrist ett stort problem som bidrar till tillväxthämning, försämrat immunförsvar med ökat antal allvarliga infektioner. När zinkintaget är otillräckligt i förhållande till behovet finns ingen egentlig depå. Istället sparas zink genom hämmad tillväxt och minskad utsöndring. Brist på zink är inte ovanligt vid ett flertal kroniska sjukdomar, som diabetes, njursjukdomar, cancer, leversjukdomar och mag-tarmsjukdomar. Zink har en antiinflammatorisk verkan. Vid läkningsprocessen av sår behövs flera zinkberoende enzymer. Dålig läkning av ben- och trycksår hos äldre har relaterats till zinkbrist. Zinktillskott har visat sig vara effektivt. Flera hudproblem som eksem, hudfjällning, håravfall och akne har förknippats med zinkbrist. Brist på zink ger ett sämre immunförsvar och försämrar aptiten, som kan leda till anorexi.

Zink ingår i över 300 protein i våra kroppar, vilka flertal troligen ingår i kroppens försvar mot initiering och utveckling av cancer. Bland annat ingår zink som en livsviktig komponent i DNA-bindande protein, liksom i ett antal protein som ingår i reparationen av DNA samt i skyddet mot syrgasradikaler (tillsammans med koppar).

Brist på mikronäringsämnen, främst zink och selen, har också korrelerats med ökad cancerrisk. Selen ingår i kroppens skyddande funktioner mot oxidativ stress och skyddar celler från skador som associerar med en ökad risk för åderförkalkning och cancer. Selen ingår i selenocystein och antioxidanta enzym. Härmed ingår selen i reaktion som minskar mängden reaktiva syremetaboliter och skyddar därmed lipider, lipoprotein och DNA mot skador. Selen påverkar även en rad endokrina processer och är viktig för att immunsystemet skall fungera tillfredställande. Brist på selen har satts i samband med hjärtsjukdomar, diabetes och leversjukdomar. Selen behövs för spermans rörlighet och kan troligen minska risken för

missfall. Fortfarande saknas säkra belägg för förekomst av specifik selenbrist i nordisk befolkning varför kunskapen om behovet är bristfällig. Vegetarianer med lågt mjölkintag är sannolikt en riskgrupp i Sverige.

Krom ingår i glukostoleransfaktorn. Brist på krom kan bland annat leda till glukosintolerans och senare diabetes samt öka risk för åderförkalkning. Enligt Lindh (2004) har halten krom i blodserum sjunkit ca 1000 gånger sen 1950-talet.

Till skillnad från WHO:s rapport så anser Ekemekcioglu (2001) att fluorid har en effekt på benskörhet och stärkande för skelettet. Enligt Ekemekcioglu är risken störst hos äldre för brist på spårämnen, främst zink och selen därefter fluorid och krom. Ofta har mycket gamla personer (>90 år) signifikant lägre nivåer av mikronäringsämnen som selen och zink än yngre personer. Koppar och järn har däremot en tendens för att ackumuleras och därmed öka i halt i kroppen med åldern.

Vitaminer

Vitamin A har sannolikt en direkt betydelse för immunförsvaret via bildningen av de viktiga mördarcellerna (natural killer-cellerna). Mördarcellerna är mycket viktiga vid igenkännandet och oskadliggörandet av olika inkräktare i kroppen, som bakterier och tumörceller. Dessa immuncellernas ”väktare” spelar stor roll för immunförsvarets produktion av antikroppar och cytokiner.

Vitamin E har också betydelse för kroppens immunförvar, speciellt för T-lymfocyternas funktion. Vissa epidemiologiska studier antyder också att individer med lågt E-vitaminintag löper ökad risk för vissa cancertyper, men inga studier har hittills kunna visa någon förebyggande, preventiv, effekt av vitamin E-tillskott.

Tiamin har en central roll för kroppens energiomsättning. Tiamin är också betydelsefullt för musklernas energiomsättning och hjärtats retledning. Tiamin motverkar dessutom trötthet och behovet ökar vid stress, såväl fysisk som mental. Tiaminet är viktigt för barns tillväxt, inlärningsförmåga och immunförvar. Det behövs även för tillväxten av blodets olika celler. Trötthet, huvudvärk, sömnbesvär, irritation, nedstämdhet, koncentrationssvårigheter, aptitlöshet, kräkningar och oregelbunden hjärtrytm kan bli följderna av tiaminbrist.

Riboflavin är centralt för cellernas energiproduktion och behövs för kolhydrat, fett- och proteinförbränningen. Vitaminet deltar också vid produktionen av fleromättade fettsyror och flera viktiga hormoner. Det aktiverar och stödjer flera andra näringsämnen i deras uppgifter och effekter, bland annat niacin, folsyra och B6 samt vitamin K. En annan viktig funktion är att bryta ner olika gifter och läkemedel i levern. Riboflavin är även en av kroppens viktigaste antioxidanter. Tidiga symptom på riboflavinbrist är allmän svaghet, trötthet, spruckna mungipor, irriterade och inflammerade slemhinnor i munnen med tungsveda, kliande och inflammerade ögon liksom torr och flagnande hud och sämre sårhäkning. Personlighetsförändring har också beskrivits liksom flera olika negativa påverkningar på hjärnans funktioner.

Niacin anses kunna förbättra blodcirkulationen och sänka blodets kolesterolnivåer. Niacin behövs vid återbildningen till den aktiva formen av en av kroppens viktigaste antioxidanter, glutation. Därför betraktas niacin som en viktig antioxidant. Niacin har sannolikt även betydelse för immunförsvaret och man har visat minskad produktion av proinflammatoriska ämnen (cytokiner) vid tillskott av niacin

Neurologiska symtom som kan uppträda vid mindre uttalad brist på folsyra är depression, förvirring, kognitiv rubbning, irritabilitet, sömnlöshet och uttalad trötthet. Folsyrabrist har under senare år fått ökad aktualitet som vitaminbrist i västvärlden. Det orsakas ofta av lågt intag via maten och brist på folsyra drabbar ganska ofta äldre personer. Riskgrupper är personer med olika malabsorptionstillstånd i mag-tarmkanalen, som vid infektiösa diarréer, glutenintolerans, magkatarr, inflammatoriska tarmsjukdomar och korttarmsyndrom. Ökade folsyraförluster uppkommer vid diarré och hos njursjuka vid dialys. Folsyrabrist kan även uppkomma vid högt alkoholintag, beroende på såväl lägre intag som en direkt hämmande effekt av alkohol på upptagningen av folsyra i tarmen. Gravida med brist på folsyra har visat sig ha en ökad risk för missfall, att föda barn för tidigt och föda barn med låg födelsevikt. Hos gravida har folsyrabrist i det tidigaste skedet av graviditeten sammankopplats med allvarliga fosterskadeeffekter, främst neuralrörsdefekt (ryggmärgsbråck). Detta har motiverat råd om ökat intag av folsyra hos kvinnor i fertil ålder. Kostens folsyraformer är kemiskt instabila och känsliga. Lagringsförfarande, matberedning av olika slag, främst upphettning, förstör relativt mycket av matens innehåll av folat. Spannmål förlorar också stor del av sitt folatinnehåll vid raffinering till vitt mjöl. Kostundersökningar i Sverige har visat att en stor del av befolkningen inte når upp till de rekommenderade nivåerna. Medelintaget i Sverige för kvinnor är 195 µg per dag och för män 230 µg per dag.

I mag-tarmkanalen anses vitamin C skydda mot omvandlingen av nitritter som finns i kosten till nitrosaminer som är cancerogener. Vitamin C verkar på de flesta nivåer i immunsystemet. Koncentrationen är hög i immuncellerna och konsumeras snabbt i samband med infektioner. Vid mindre uttalad brist utan skörbjuggssymtom uppkommer trötthet, svaghet och håglöshet. Även irritabilitet och ökad infektionskänslighet brukar anses som symtom vid lindrig vitamin C-brist. Intag av megadoser (>500 mg) av vitamin C påverkar vitamin B12-upptaget negativt. Personer som tar vitamin C-tillskott mer än 1 gram per dag under längre tid kan utveckla vitamin B12-bristsymtom. Risken för B12-brist ökar om järntillskott samtidigt intas.

Friska människor bildar själv tillräckligt med kolin i kroppen utifrån aminosyran metionin, vitaminerna B6, B9, B12 samt proteiner i kosten, personer med vissa åkommor kan ha behov av ett tillskott. Fibrer, β-karoten och vitamin C har kunnat påvisas ha en gynnsam effekt på benhälsan.

Bioaktiva ämnen (fytokemikalier)

Sedan början av 1990-talet har intresset för hälsoeffekter av andra ämnen inom växtriket, som ej tillhör det traditionella essentiella ämnena, ökat kraftigt. Ämnena kallas oftast för bioaktiva ämnen eller fytokemikalier och tillhör den stora gruppen av sekundära ämnen som produceras inom växtriket. Denna grupp av ämnen inkluderar en rad olika kemiska substanser (Tabell 2), och verkar troligen genom en rad olika mekanismer som innefattar

- reducering av halten LDL i blodet,
- anti-inflammatoriska effekter,
- minskning av trombosbildning i blodkärl,
- minskad utveckling av tumörer,
- ”östrogenliknande” aktiviteter, inklusive effekt på ben- och brösthälsa samt menopausala symtom,
- ökad antioxidativ aktivitet.

Avsaknad av dessa ämnen i dieten kan leda till ett försämrat försvarssystem. En mängd studier har visat att ett ökat intag av grönsaker och frukter leder till en bättre hälsa i form av

ett ökat skydd mot sjukdomar, bland annat cancer. Ett dagligt intag av till exempel flavonoider kan ligga runt 100 mg, vilket kan jämföras med 80 mg, 8,5 mg och 1,9 mg för vitamin C, vitamin E respektive β -karoten.

Även om flera tusentals studier (kliniska studier, djurstudier och epidemiologiska studier) har gjorts som visar på olika hälsoeffekter av bioaktiva ämnen, så går det ej idag med säkerhet säga vilka ämnen och därmed vilka livsmedel, som kan användas i preventivt syfte. De flesta frukt och grönsaker innehåller flavonoider. Vissa grupper som kålväxter och lökväxter innehåller även speciella svavelhaltiga ämnen. I kålväxter som vitkål och broccoli tillhör dessa ämnen gruppen glukosinolater, som vid förtäring bryts ned till ett antal bioaktiva isotiocyanater, bland annat sulforafan. Enligt "World Cancer research Fund" torde en diet rik på crucifera vegetabilier kunna skydda speciellt mot cancer i tarmen. I lökväxter som gul lök, vitlök och purjolök kan upp till 80 % av svavlet vara bundet i alk(en)yl-L-cysteinsulfoxider. Dessa ämnen har i ett flertal studier visat sig kunna skydda mot cancer och ha en anti-inflammatorisk effekt. I en nyligen utkommen studie, omfattande 25.000 människor i Italien och Schweiz, visade det sig finnas en positiv korrelation mellan intag av lök och minskad risk för en rad olika cancerformer. Även om studier som bygger på kostintervjuer kan ha felkällor, så stärker studien tidigare djurförsök och kliniska försök avseende svavelhaltiga sekundära ämnens skyddande effekt.

Tabell 2. Klasser av potentiella bioaktiva ämnen hos frukter och vegetabilier

Bioaktiv ämnesklass	Livsmedel
Karotenoider	Gula/orangea vegetabilier och frukter samt mörkgröna bladvegetabilier
Diothioltionier	Crucifera vegetabilier
Glukosinolater/indoler	Crucifera vegetabilier
Isothiocyanater/thiocyanater	Crucifera vegetabilier
Kumariner	Vegetabilier and citrusfrukter
Flavanoider	Frukter and vegetabilier
Proteasinhibitorer	Spannmål and leguminoser, framförallt soja
Växtsteroler/stanoler	Vegetabilier
Isoflavoner	Sojaböna
Saponiner	Växter, framförallt Sojaböna
Inositol hexaphosphate	Växter, framförallt Sojaböna och cerealier
Alk(en)yl-L-cysteinsulfoxider	Lök, vitlök, purjolök
Limonen	Citrusfrukter

Nitrosaminer Nitrat och nitrits omvandling till NOC

Många livsmedel innehåller nitrat och nitrit. Nitrat finns i till exempel grönsaker och nitrit används som tillsats i charkuterivaror. Nitrat kan omvandlas av bakterier till nitrit, som i sin tur kan reagera med amin-innehållande föreningar i maten (proteinrika livsmedel) och bilda nitrosaminer.

I kroppen kan nitrat omvandlas till nitrit av mikroorganismer, främst i saliven. Omvandling av nitrit till nitrosaminer kan ske på olika ställen i kroppen, men de fördelaktigaste förhållandena finns i magen, som har lågt pH. Vitamin C och andra antioxidanter motverkar bildningen av nitrosaminer från nitrit. Därför tillsätts ofta C-vitamin samtidigt med nitrit till köttprodukter.

Det finns många djurförsök där nitrosaminer visats vara cancerframkallande och nitrosaminer kan troligen även ge upphov till cancer på människa. Epidemiologiska studier antyder ett samband mellan nitrosamin-exponering och vissa cancerformer. Vad gäller exponering för nitrosaminer (och dess utgångsämnen) via livsmedel och cancer på människa, kan vi med dagens kunskap inte bedöma riskens storlek. Vi kan inte heller bedöma omfattningen av bildningen av nitrosaminer i kroppen. Det finns ingen säker nivå för human exponering för nitrosaminer och därför är det viktigt att halterna av nitrosaminer och dess utgångsämnen hålls så låga som möjligt i alla livsmedel.

Nitrat däremot kan vara skyddande och den naturliga nitrat-nitritcykeln som går via munnen, magsäcken och blodet tillbaka till munnen lär kunna skydda mot bakterier som *Chlostridium botulinum*. Eftersom den största delen av exponeringen för nitrosaminer troligen sker via dåligt förvarade livsmedel, så bör man ej behöva var orolig för höga nitrathalter i råvaror som frukt och grönt.

Sammanfattning

Samtliga essentiella näringsämnen påverkar vår hälsa och kan mer eller mindre inverka på utvecklingen av kroniska sjukdomar. Däremot är det svårt att utifrån tillgänglig kunskap säga vilka näringsämnen som kan skydd mot vilka kroniska sjukdomar vid ett ökat intag. Oftast beror det på att fler än en faktor (bl.a. näringsämnen, toxiska ämnen, livsstilsfaktorer och andra sjukdomar) är inblandade i utvecklingen av en sjukdom. I appendix I finns en översikt över de stora sjukdomar som genom vetenskapliga studier har visat sig kunna påverkas eller med största sannolikhet påverkas av olika näringsämnen.

I Sverige har livsmedelsbranschen utarbetat ett regelverk – egenåtgärdsprogram – avseende hälsopåståenden i märkning och marknadsföring av livsmedel. Enligt programmet är det endast nio kost-sjukdomssamband som anses var tillräckligt starka för att få användas för livsmedelsprodukter som ingår i en vanlig kost (ej pulver, kapslar eller tabletter) och som bidrar till en näringsrik kost. Dessa samband är enligt följande:

- *Övervikt - energiinnehåll*
- *Hjärt-kärlsjukdom - Kolesterolnivå i blodet* – mättat fett (låg halt) och vissa typer av fibrer (beta-glukan från havre)
- *Hjärt-kärlsjukdom - Blodtryck* – salt
- *Hjärt-kärlsjukdom* – omega-3 fettsyror från fisk
- *Förstoppning* – kostfiber
- *Benskörhet* – kalcium och/eller vitamin D
- *Karies* – frånvaro av fermenterbara kolhydrater
- *Järnbrist* – järn
- *Hjärtinfarkt/hjärtsjukdom* - fullkorn

Ett av de vetenskapligt säkraste sambanden mellan kost och hälsa är att hög konsumtion av frukt och grönsaker är allmänt hälsostärkande. Frukt och grönsaker är viktiga vitamin- och mineralkällor och innehåller dessutom kostfibrer och antioxidanter. Fibrer spelar en viktig roll för mag-tarmkanalens hälsa medan antioxidanter skyddar friska celler mot skador på molekylerna. Ett annat är att ett högt intag av vissa fetter i kosten kan främja fetma och öka den åtföljande risken för diabetes och hjärt-kärlsjukdomar. Fullkornsspannmål kan motverka detta genom att dessa vanligtvis innehåller sammansatta kolhydrater med ett lågt glykemiskt index vilket är positivt för regleringen av blodglukosnivån.

En risk i vår kost kan vara den höga köttkonsumtionen. Kött innehåller mycket järn och protein, men den största delen av det mättade fett i den genomsnittliga kosten härstammar dock från köttprodukter med hög fetthalt och de fettrikare mejeriprodukterna. En annan risk är den allt större obalansen mellan energiintag och energibehov, som har lett till en ökad fetma. Fetma ökar risken för hypertoni (högt blodtryck), hjärtsjukdomar, stroke, typ 2-diabetes och vissa cancerformer.

Bra referenser

Statusrapport om Europeiska kommissionens arbete på nutritionsområdet i Europa,
Europeiska kommissionen Generaldirektoratet för hälsa och konsumentskydd, 2002
Folkhälsorapporten 2005
WHO technical report series; 916

Jordbruksprodukters näringsinnehåll fram till 2006

Under senare år har ett smärre antal artiklar skrivits angående spörsmålet om våra livsmedelsråvarors näringsinnehåll har förändrats. Artiklarna baseras främst på växtmaterial från herbarium eller på gamla databanker över näringsinnehåll i olika råvaror.

Näringstabellstudier

I en brittisk och en amerikansk studie från slutet av 1990-talet har förändringen av mineralämnesinnehållet i främst frukt och grönsaker studerats från nationella databanker från 1930-talet och 1980-talet. Under denna 50-års period har innehållet av koppar sjunkit i grönsaker från båda länderna, medan även magnesium och natrium har sjunkit i brittiska grönsaker och kalcium och järn i amerikanska grönsaker. I frukt har koppar, järn och kalium sjunkit oberoende om de var brittiska eller amerikanska.

I en senare amerikansk studie från 2004 jämfördes data från 1950 med data från 1999 (Davis et al., University of Texas, J. Am. Coll. Nutr. Vol 23(6) sid 669-82). Dessa forskare hade jämfört näringsvärdesdata för 43 olika grönsaker i amerikanska jordbruksdepartementets officiella livsmedelstabeller, upplagorna 1950 och 1999. Man strävade efter att välja ut grödor, som var så identiska som möjligt och kunde jämföra 13 näringsämnen. För hela gruppen av produkter förelåg statistiskt säkra minskningar för 6 näringsämnen – protein, kalcium, fosfor, järn, riboflavin och askorbinsyra –, i genomsnitt från 6 procent för protein till 38 procent för riboflavin. För kalcium var skillnaden 16 procent, för järn och vitamin C cirka 15 procent samt för fosfor 9 procent. En sänkning av innehållet noterades även för provitamin A (betakaroten), vitamin B₃ (niacin) och fett men förändrade mätmetoder gjorde dessa resultat mer osäkra. Det gäller även en observerad ökning av energi- och kolhydratinnehållet. Vitamin B₁ (tiamin) hade däremot ökat, vilket torde kunna sättas i samband med en ökad omsättning av kolhydrater. Davis huvudförklaring är att näringsinnehållet har försumrats under decennier av växtförädling med ensidig inriktning på hög avkastning. Exempelvis hade kalciumhalten i morötter minskat dramatiskt medan halten av betakaroten ökat vilket sannolikt är en positiv bieffekt av att man förädlade fram färgglada grönsaker.

Fältstudier

David Thomas (Nutrition and Health 17: 85-115) rapporterade 2003 om att ett antal mineralämnen hade minskat i frukt, grönsaker och spannmål under en 50-årsperiod (Tabell 3). Liknande resultat sågs även i animaliska produkter som kött och mejeriprodukter. Insamlingen av försöksdata började 1940 och slutade 1991 och utfördes på en gård som drevs intensivt sen 1920. Kväve, fosfor och kalium hade tillsats årligen som handelsgödsel. Vissa år hade jordarna kalkats och gödslats med järn. Några andra mineralämnen hade aldrig tillförts jordarna sedan 1920. Enligt författaren hade det redan 1940 uppkommit förändringar hos jordarna sedan starten 1920.

Tabell 3. Genomsnittlig förändring av mineralämnesinnehållet hos grönsaker (27 typer), frukter (17 typer) och kött (10 styckningar) mätt mellan 1940 och 1991 (Thomas, 2003)

Mineral	Grönsaker	Frukt	Kött
<i>Natrium (Na)</i>	-49%	-29%	-30%
<i>Kalium (K)</i>	-16%	-19%	-16%
<i>Fosfor (P)</i>	+9%	+2%	-28%
<i>Magnesium (Mg)</i>	-24%	-16%	-10%
<i>Kalcium (Ca)</i>	-46%	-16%	-41%
<i>Järn (Fe)</i>	-27%	-24%	-54%
<i>Koppar (Cu)</i>	-76%	-20%	-24%
<i>Zink (Zn)</i>	-59%	-27%	

Den utpräglade mindre förlusten av mineralämnen hos frukt än hos grönsaker torde enligt författaren ha berott på att fruktträden är långlivade och har ett djupare rotsystem. Därmed ansågs det att grönsaker, tack vare deras snabba tillväxt och korta livscykel, var de bästa indikatorerna på om ett odlingsystems mineralämnesinnehåll hade förändrats. Förlusten av mineralämnen var som högst hos potatis och morötter. Halterna av magnesium, kalcium, järn och koppar hade sjunkit med 75%, 48%, 46% respektive 75%. Viktiga mineralämnesförhållanden för vår kropps funktioner som Ca:P, Na:K, Mg:Ca and Fe:Cu hade förändrats signifikant under 50-årsperioden.

Några liknande svenska studier finns inte. Däremot hölls ett seminarium på KSLA 2003 kring frågan om näringsvärdet i svenska livsmedelsråvaror har förändrats under 1900-talet. Under seminariet framhölls det att vi i Sverige kan se en förändring av valet av olika köttslag. 1950 var kyckling en sällsynt gäst på middagsbordet. Bara 5 % av köttkonsumtionen bestod av fågel, medan kyckling stod för närmare 75 % 1996. Idag krävs det mycket mer av köttbiten med den brist på tid som konsumenterna har och det är främst ungtjurar som slaktas. Djurart, ålder, djurets vikt, genetisk bakgrund, kön, kroppsdel och intensitet i uppfödningen är av betydelse för vilken slutlig köttkvalitet det blir.

Konsumenterna har också klart ändrade preferenser när det gäller grisen. Idag är grisen betydligt magrare och andelen kött på djuret har ökat från 50 % till 64 %. Allt svinfoder kompletteras med mineraler och vitaminer – åtminstone för djurens behov. Det är också svårt att se om näringsvärdet i mjölk har förändrats. Hittar man data om mjölkens näringsvärde från tidigare delen av 1900-talet vet man varken vilken analysmetod som använts eller om

värdena är representativa. Dagens höns producerar ungefär 300 ägg per år mot ungefär 170 ägg per år 1920. Några skillnader över tiden har inte kunnat noteras för varken mineralämnena eller vitaminer.

Utifrån SLUs bördighetsförsök verkar en intensivare odling av höstvetet med högre kvävegivor inte ha haft någon betydelse för innehållet av mineralämnena. Mineralinnehållet skiljer mellan arter men troligen inte på grund av gödsling. Seleninnehållet i det svenskproducerade vetet är lägre än i importerat vetet. Proteinhalten har hållit sig mellan 11 % och 12 % från 1930-talet. När det gäller potatis är innehållet av vitaminer och mineraler starkt beroende av sort, jordart, växtnäringstillgång, pH samt årsvariationer som väder och markvatten. Innehållet av glykoalkaloider har sjunkit beroende på att nyare sorter har betydligt lägre halter. Några belägg från svenska studier för att potatisen blivit mindre nyttig finns inte.

Frukt och grönsaker anses av tradition vara näringsrika och näringsmässigt ansågs det kunna finnas en potential för frukt och grönsaker. Data från 1925 jämfördes med undersökningar från 1970-talet. Det gick inte att bevisa att dagens grönsaker skulle ha ett lägre näringsvärde jämfört med dem som odlades på 1920-talet.

Sammantaget från KSLA-seminariet kunde man konstatera att det är omöjligt att fastställa om det har skett några systematiska förändringar av näringsinnehållet under 1900-talet. Det stora antalet faktorer som ingår i produktionen påverkar var för sig eller tillsammans alltför mycket. Därtill har analysmetodikerna utvecklats varför det är tveksamt om tabellvärden från förr är jämförbara med dagens analyser.

I ett senare seminarium på KSLA 2006 visade Kirschman andra siffror från bördighetsförsöken än vad som presenterades 2003. Innehållet av spårelement hade mätts med samma analysmetod på veteprover från 1960-talet och från 1990-talet. Dessa siffror visade på en minskning av vetets innehåll av järn, koppar, krom och zink med 26 %, 13 %, 47 % respektive 12 %. Halten av molybden och mangan hade däremot ökat med 162 % respektive 23 %. I brittisk studie med vete såg man en klar sänkning av halten svavel i kärnorna under en 10-årsperiod från början av 1980-talet till början av 1990-talet.

Herbariumstudier

I en norsk och i en spansk studie har innehållet av mineralämnena i växtprover från herbarium jämförts med innehållet hos samma växter insamlade under 1980-talet. I den norska studien hade prover från skogsväxter insamlade i södra Norge mellan 1870 och 1930 jämförts med prover tagna 1982. Studien visade på ökade halter av Zn, Cd, Rb, K, Mn and Ti samt lägre halter av Sr, B, Ca and Mo i ett antal av de växtarter som analyserades. I den spanska studien hade herbariumprover av tolv C3-växter (träd, buskar och örter) insamlade periodvis sedan första hälften av 1700-talet jämförts med prover tagna under 1980-talet. De växtprover som hade insamlats under 1980-talet innehöll lägre halter av Al, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S, Sr and Zn än något material från tidigare perioder.

Sortstudie med vete

De flesta sortstudier som har utförts har främst varit inriktade på avkastning, odlings säkerhet, lagringsförmåga, transportförmåga, utseende, storlek, smak och resistens mot skadegörare. Under senare år har dock andra mer kvalitativa parametrar införts i sortstudier. Sådana studier har bland annat medfört att potatissorter med höga halter av solanin, en glykoalkaloid, har

tagits bort från sortimentet. Det samma gällde för förädlingen mot eukasyrafri raps. Dock finns det ett par intressanta studier som visar på relationen mellan sortförädling och mineralinnehåll i vete. Under senare år har intresse ökat för förädling mot sorter med högre mineralämnesupptagning och variation i innehållet av mineralämnena mellan olika vetesorter har beskrivits i ett tiotal studier. Dock har studiernas syfte, förutom i en kanadensisk studie, främst varit att söka efter sorter med effektiv upptagning av mineralämnena och inte att jämföra yngre och äldres sorters fullständiga mineralämnessammansättning och halter under odlingsförhållanden.

Fjorton sorter av vete jämfördes på två lokaliteter i Kanada. Den äldsta var från 1873. Halten av spårämnen i vetekärnan berodde både på odlingsplats och på sort. Halten Cu, Se och Zn var 2 ggr, 8 ggr respektive 1,5 ggr högre på ena platsen än den andra platsen, medan skillnaden i halt Fe enbart var 7 % mellan platserna. Oberoende av odlingsplats fanns det positiv korrelation mellan kärnans innehåll av Fe och Zn och en mycket stark positiv korrelation mellan dess innehåll av P och Zn. Sorterna uppförde sig likvärdigt på båda odlingsplatserna, men med stora skillnader mellan sorterna avseende deras innehåll Fe, Se och Zn. Halten av dessa spårämnen kunde variera upp till 100 %, 60 % och 60 % mellan sorterna för Fe, Se respektive Zn. Högst halter hade de äldre sorterna, som också hade lägst skörd. Studiens resultat visar på att förädlingen mot allt mer högproduktiva sorter har påverkat växtens innehåll av spårämnen negativt.

Att en högre skörd ger lägre halter av mineralämnena framkommer i andra studier bland annat i en fransk studie, där ett hundratal vetesorter ingick. Utspädningseffekten var starkast för Mg och Zn, medan effekten var betydligt svagare för Fe. Förutom skörd så påverkade även sorten kärnans innehåll av Mg och Zn. Däremot uppvisade Fe inget sortberoende. Kärnans halt av Mg korrelerade väl med dess halt av Zn, vilket medförde att kärnor med en hög halt Mg även hade en hög halt av Zn. Halten av båda ämnena, främst magnesiumets, korrelerade med markens innehåll av Mg respektive Zn, och samspelet mellan plats och sort var svagt, främst för Mg. Järn uppvisade varken någon korrelation med markens innehåll av järn eller kärnans halt av Mg eller Zn. Järnhaltens oberoende av markinnehållet av Fe har även dokumenterats i ett par andra studier. Däremot fanns det ett starkt samspel mellan sort och plats, vilket visar på att andra faktorer än markens järnhalt inverkar på den slutliga halten av järn i kärnan. Jämfört med studier på extensiva marker så kunde vetet från intensiva odlingar ha ner till hälften så mycket magnesium som extensivt odlade vetet (Tabell 4). Sorter som ej var anpassade för intensiv odling uppvisade högre halter av Mg, Fe och Zn än anpassade sorter och kärnans halt av dessa ämnen var högre i äldre studier.

I en brittisk studie från början av 1990-talet jämfördes kväve och svavel halten i vete med halterna i vete från början av 1980-talet. Svavelhalten i vete hade sjunkit under denna 10-12 årsperiod. Upp till 26 % av vetet innehöll för låga halter av svavel och 10 % hade ett ofördelaktigt förhållande mellan kväve och svavel.

Tabell 4. Variation i vetekärnors medelinnehåll av Mg, Fe och Zn mellan olika studier i intensiva och extensiva odlingar från början av 1970-talet.

Mineralämne	Intensiv, ppm		Extensiv, ppm
	Anpassade sorter	Icke anpassade sorter	
Magnesium	1096	1003	< 1886
Järn	41	35	< 88
Zink	29	21	< 43

Kött och mejeriprodukter

Det finns få studier som tar upp förändringar i kött och mejeriprodukter. Förutom Thomas' studie, finns det några studier som har undersökt skillnaden vilda djur och tamdjur. De har framför allt sett skillnader i innehållet av n-3- och n-6-fettsyror. Kvoten mellan fettsyror var betydligt lägre hos vilda djur än tamdjur, främst nötkreatur. Kött från vilda djur innehöll även högre halt konjugerad linolsyra (CLA) och lägre halt LDL kolesterol. Orsaken är det höga intaget av kraftfoder baserat på stråsäd, som naturligt innehåller låga halter av n-3-fettsyror. Erhöll djuren mer grovfoder och fick mer bete höjdes halten n-3-fettsyror. Därtill har man sett en höjd halt vitamin E (tokoferoler) hos utegående djur jämfört med djur som endast har fått stå på stall. Om djur fick beta ökade de halten linolensyra samt syntetiserade EPA och DHA, vilket gav kött med högre halter av dessa viktiga n-3 fettsyror. Mjölks från betande kor innehåller oftast högre halt vitamin E och de långkedjade fetterna AA, EPA och DHA.

Kyckling kött har hög halt n-6 fettsyror och kolesterol samt låg halt av CLA. Kycklingar uppödda på fiskmjöl innehåller höga halter av långkedjade n-3 fetter.

Sammanfattning

Den snabba tekniska utvecklingen under 1900-talet har medfört en förändring av livsmedelsproduktion och livsmedelsförädling. Tillsammans med en förändrad matkultur, har detta troligen medfört ett minskat intag av viktiga mineralämnen via vår kost. Enligt Nylander, 1995, har det dagliga intaget av magnesium sjunkit med 83 % under 1900-talet (Tabell 5), troligen på grund av förändrad produktion och matkultur.

Tabell 5. Magnesiumintag via födan under 1900-talet (Nylander, 1995)

År	Dagligt intag
1900	1200 mg/d
1920	900 mg/d
1980	300 mg/d
1990	200 mg/d

Redovisade studier visar entydigt på en sänkning av råvarans innehåll av en rad viktiga mineralämnen under 1900-talet. Studierna är dock allt för få för att med säkerhet kunna säga att detta förhållande skulle vara allmänt rådande. Därtill kan utvecklingen av analysmetodik ha bidragit till skillnader mellan gamla och nya tabellvärden. Detta gäller speciellt för spårelement där analysvärden publicerade före 1980 i många fall är tveksamma. Även för vitaminer har införandet av nyare metoder i vissa fall inneburit att tidigare värden ändrats. Denna osäkerhet kan endast tillräknas de studier som är baserade på tabellvärden. Övriga studier är baserade på analyser gjorda med samma analysteknik, med viss tveksamhet för Thomas' studie, varvid denna osäkerhet kan borträknas.

Kirschmans och Thomas' studier samt de två herbariumstudierna är intressanta genom att de har utförts på växter tagna från samma odlingsplats men under olika tidsperioder. Därmed kan även platsbundna faktorer inverkan på råvarans sammansättning räknas bort, bland annat klimat och berggrund. Alla fyra studierna visar på en tidsberoende förändring av innehållet av mineralämnen och där flertalet av mineralämnena har sjunkit sen äldre tider. Dessa resultat stärker resultaten från näringstabellstudierna. Den ökade halten av ett antal mineralämnen i den norska herbariumstudien torde, enligt författarna, ha berott på förändringar i miljön

genom kemiskt nedfall, accelererad försurning och ökad vittring. I det moderna jordbruket så gödslas och kalkas jordarna varvid de två sistnämnda effekterna motverkas.

Slutsatsen blir, trots vissa tveksamheter rörande vissa av studierna, att det med stor sannolikhet har skett en minskning av näringsämnen, främst spårämnen, i produkter från jordbruket. Stöd för detta antagande ges även från redovisade sortstudier som visar på högre halter av näringsämnen i äldre sorter än i dagens högproduktiva moderna sorter. Andra orsaker till förändringarna går att finna i gödslingsstrategier och i den ökade halten av koldioxid i atmosfären. Dessa faktorer inverkan kommer att diskuteras under punkten åtgärder i jordbruket.

I kött och mejeriprodukter har fettsammansättningen ändrats mot en mer ogynnsam sammansättning med en högre halt av n-6 fettsyror och en lägre halt av långkedjade n-3 fettsyror. Orsaken till detta är med största sannolikhet utfordringen med hög andel kraftfoder och lite bete.

Riskbedömning – Förändringar i råvarans näringsinnehåll och folkhälsa

Vitaminer och mineraler är nödvändiga för att kroppens metaboliska processer skall fungera tillfredställande. De spelar en avgörande roll för normal tillväxt, sund matsmältning, hormonsyntes, energimetabolism, immunsystemresponsen, nerv och muskelfunktion, mental vakenhet och många andra kroppsfunktioner. Allt fler studier visar på att människan lider av för låga halter av ett flertal av dessa nödvändiga näringsämnen, främst magnesium, järn, jod, zink, folsyra och vitamin B₁₂. Samtliga essentiella näringsämnen kan vid brist ge upphov till rena bristsjukdomar. Vid låga halter, dock ej brist, utvecklas inte bristsjukdomarna utan snarare tycks detta förhållande leda till ohälsa i form av problem med mag-tarmkanalen, försämrat immunförsvar, trötthet, atheroskleros (åderförkalkning), högt blodtryck, osteoporos (benskörhet), cancer, stroke och diabetes.

Dock föreligger det ett antal problem för att säkert kunna avgöra om någon form av brist föreligger och om den kan hänföras till låga halter av näringsämnen i kosten. När läkare skall bedöma huruvida ett bristtillstånd föreligger eller ej använder man sig förutom traditionell undersökning, kopplad till symtombilden, också av att ett antal prover där man mäter förekomst av vitaminer eller spårämnen i blodet. För många vitaminer och spårämnen finns dock inga bra analysmetoder och ofta är de nivåer man kan mäta i blodet också ett osäkert mått på om det föreligger brist eller ej.

Värdena för rekommenderat dagligt intag (RDI) av vitaminer och mineralämnen är avsedda för planering av kosten för olika grupper. Värdena innefattar en säkerhetsmarginal som gör det sannolikt att en kost med dessa mängder täcker behovet hos så gott som hela befolkningen. Mängderna avser det som ska konsumeras, dvs hänsyn måste tas till förluster vid beredning och tillagning mm. SNR omfattar inte alla kända essentiella näringsämnen. Orsaken till detta är att underlaget för att ge exakta rekommendationer bedömts som otillräckligt."

För t ex friska, vuxna män och kvinnor är det dagliga rekommenderade intaget C-vitamin satt till 60 mg. För att skydda sig mot skörbjugg räcker det med intag av cirka 20 mg. Det är alltså viktigt att komma ihåg att syftet med rekommendationerna främst är att skydda befolkningen mot bristsymtom och bristsjukdomar. Om man istället utgår ifrån optimala hälsoeffekter av t ex C-vitamin blir det svårare när det gäller rekommendationer om det dagliga intaget. Många

forskare världen över hävdar att nu gällande rekommendationer, när det gäller ett stort antal mineraler och vitaminer är alldeles för lågt satta. I en jämförelse med apors dagliga intag och människors dagliga intag av näringsämnen under jägar/samlartiden med intaget hos en människa idag, så torde de flesta näringsämnen föreligga i brist (Tabell 6). Bristen är dock ej så stark så att rena bristsjukdomar uppkommer, utan endast diffusa sjukdomsbilder på grund av metaboliska störningar och låga förråd av mineralämnen, som kan leda till obalanser mellan mineralämnen.

Tabell 6. Dagligt intag av olika näringsämnen (mg/dag) för människor under jägar/samlar-samhället och i ett västerländskt samhälle samt hos en 7 kg apa

Näringsämne	Apa		Diet	
	mg/kg x dag	7 kg	Jägare/samlare	Västerländsk
Mätt/omätt			1,4	1,0
Långa fettsyror			2300	200
Kvot n-6/n3			2,4	12,0
Fibrer			100 - 150	30 - 60
Karoten			5,6	2,0 - 2,6
Vitamin A			17,2	7,0 - 8,5
Askorbinsyra			600	77 - 109
Riboflavin			6,5	1,3 - 2,1
Thiamin			3,9	1,1 - 1,8
Vitamin E			32,8	7 - 10
Folsyra			0,36	0,15 - 0,21
Kalium	917	6419		1600 - 2000
Natrium	26	182	690	1000 - 3000
Kalcium	653	4571	1500 - 2000	800 - 1600
Magnesium	189	1323		350
Fosfor	104	728		800
Klorid	254	1778		750
Järn	5,5	38,5		10
Mangan	2,6	18,2		2,0 - 5,0
Koppar	0,4	2,8		1,5 - 3,0

Även om allt fler studier och rapporter visar att kosten är oerhört viktig för att bevara hälsan och förebygga många sjukdomar, så är det svårt att peka på vad i kosten som har störst effekt. Saken gör det inte heller lättare av att det i många studier har framkommit att extra intag av ett speciellt näringsämne sällan har någon verkan när en sjukdom redan har uppkommit. Det kan bero på att kroppens skyddsmekanismer kräver en lång tids uppbyggnad och underhåll och fel kost i unga år kan ge upphov till sjukdomar långt senare i livet. Det betyder att en välbalanserad näringsriktig kost är viktig under hela livstiden och att de förråd av näringsämnen, som behövs i kroppen för att skydda kroppen vid extrema förhållanden som stress och sjukdom, är välfyllda.

Bland annat anses det finnas ett starkt samband mellan sårhäkning och nutritionsstatus. Dock är den vetenskapliga forskningen inom området liten och få studier har gjorts med fler än ett näringsämne samtidigt. De få studier som finns visar på att ett flertal näringsämnen ingår i läkningsprocessen. Brist på en eller fler av dessa kan leda till försvårad läkning.

Konsekvensen av brist på spårämnen är enzymdefekter och felstyrning av biokemiska processer, vilket i sin tur leder till felfunktioner och sjukdomar. Enligt Ames (Toxicol. Lett. 102-3, 1998) skadar vanliga mikronäringsämnesbrister DNA genom samma mekanismer som

strålning och många kemikalier och verkar vara flera storleksordningar gånger viktigare. Om man korrigerar brister i mikronäringsämnen kommer det sannolikt att leda till stora förbättringar i hälsan och en ökad livslängd till låg kostnad.

Intressant är även det faktum att depression har blivit allt vanligare och kryper allt längre ned i åldrarna. Depression är ett vanligt symptom vid brist på flertalet av våra näringsämnen. Ett lägre dagligt intag av viktiga näringsämnen på grund av en energität och mikronäringsfattig kost, torde kunna vara en orsak till depression. Både låga halter av folsyra och vitamin B12 har dokumenterats hos depressiva patienter och ett samband mellan depression och de två vitaminerna har hittats i ett antal studier.

En annan studie som visar på att balansen mellan näringsämnen torde vara avgörande för vår hälsa en nyligen avslutad fransk studie, där kroppens balans mellan magnesium, koppar och zink (mätt på serum) inverkade på utvecklingen av cancer och hjärtsjukdom. Rätt balans mellan mineralämnena i kroppen gav positiv verkan medan det motsatta skedde vid obalanser. De med högst nivå av koppar i blodet löpte 50 procent större risk att dö i cancer än de med lägst kopparhalt. Allra sämst var om hög kopparnivå kombinerades med låga halter av både zink och magnesium, då mer än fördubblades risken. Män med hög magnesiumhalt i blodet halverar risken att dö i cancer- och hjärtsjukdomar men effekten påverkas av andra mineraler. När den höga magnesiumnivån kombinerades med en låg zinknivå minskade risken för att dö i någon sjukdom, inklusive cancer, med hela 80 procent. Det visade sig också i studien att zinknivån torde ha en nyckelroll genom att påverka effekten av magnesium och koppar i både positiv och negativ riktning.

Magnesiumbrist misstänks kunna utlösa den inflammation som bidrar till framväxt av cancer. Detta faktum styrks av den svenska studien från 2005, baserad på uppgifter om 61.000 kvinnor. De som åt mest magnesium löpte 40 procent mindre risk för tarmcancer än de som åt minst.

Zink och magnesium motverkar upptaget av varandra och intaget måste därför vara balanserat. De franska forskarna misstänker nu en mekanism där en låg zinkhalt i kombination med antingen ökad kopparhalt eller sänkt magnesiumnivå leder till ökad oxidation och inflammation.

Utifrån tillgängligt vetenskapligt belagd information står det klart att kosten har stor betydelse för vår hälsa. För vissa sjukdomar går det att peka ut några speciella näringsämnen som har en vetenskapligt övertygande effekt på sjukdomen. Men för flertalet av näringsämnen är effekterna på folkhälsan svåra att förutse på grund av tillgången på få vetenskapliga studier, som också ofta innehåller skiftande resultat. Dock pekar både WHO och Europeiska kommissionen för hälsa och konsumentskydd på vikten av ett ökat arbete med att kost och kostrådgivning, inklusive de specifika näringsämnenas effekt, för att stärka folkhälsan. Om de sänkningar som redovisade studier visar på hos jordbruksprodukter kan anses var generella så torde det finnas en allvarlig risk för att brister på näringsämnen eller obalanser mellan näringsämnen skall uppkomma. De näringsämnen som risken är störst för att hamna i brist är Folsyra, S, Mg, Zn, Se, Cr och Co. För kvinnor och barn borde även Fe uppmärksammas.

Jordbrukets inverkan på råvarans näringsinnehåll

Grunden för samhällets uppbyggnad under jägar/samlar-epoken var sökandet efter mat. Människan livnärde sig på vilda växter och djur, varvid kosthållningen blev mycket varierande och dominerades av frukt, grönsaker och nötter. Näringsökandet skedde oftast inom ett stort område vilket medförde att näringsintaget blev brett, vilket minskade risken för brist på enskilda näringsämnen. Livsmedel som idag dominerar utbudet i handel ingick inte eller ingick till mycket ringa del i kosten under denna epok. Till denna kategori av livsmedel hör spannmål, mjölk, mjölkprodukter, socker, sötsaker, oljor och alkohol. I och med att människan började bosätta sig permanent på olika platser gick de över till att utveckla en egen produktion av livsmedel, varvid ett antal vilda växter och djur domesticerades. Maten erhöles från ett allt mer begränsat område och variationen i kosten minskade genom egen produktion av livsmedel från ett fåtal arter. Därmed ökade risken för specifika näringsbrister. Genom ett högt uttag av skördeprodukter och en begränsad tillbakaförsel av näring till åkrarna tillsammans med en hög ogräsförekomst, blev skördarna låga.

Från 1800-talet har det moderna produktionssystemet utvecklats allteftersom den moderna naturvetenskapen gav underlag för nytänkanden. Växtföljder infördes för att bland annat skydda mot skadegörare och handelsgödsel började användas för att tillföra marken mineralämnen, vars halter i marken var så låga så att tillväxten begränsades. Under 1900-talet utvecklades bekämpningsmetoder mot ogräs och skadegörare. Dominerande blev de kemiska bekämpningsmedlen tack vare billig olja samt att de var lätthanterliga. Parallellt med utvecklingen av de handelsgödsel- och bekämpningsmedelsdominerande produktionssystemen, skedde en utveckling av andra produktionssystem, främst biodynamiska och ekologiska produktionssystem.

Oberoende av produktionssystem så finns det ett antal grundläggande förhållanden och mekanismer som direkt påverka skördeprodukternas kvalitet och som helt beror på den plats där produktionssystemet är beläget (Tabell 7). Dessa förhållanden och mekanismer kan kallas för platsbundna faktorer. Därtill kommer ett antal åtgärdsrelaterade faktorer som är förhållanden som mer beror på vilka insatser och åtgärder som görs i produktionssystemet.

Tabell 7. Icke biologiska och biologiska faktorer som kan inverka på livsmedlens kvalitet från olika produktionssystem

Typ av faktorer	Platsbundna faktorer	Åtgärdsrelaterade faktorer
Icke biologiska (abiotiska)	Klimat Berggrund Topografi Jordart Hydrologiska förhållanden Historik	Gödselmedel Gödselstrategi Jordbearbetning Bekämpningsmedel Strategi för bekämpning Utfodring
Biologiska (biotiska)	Växter Djurarter Insektsarter Markdjur Mikroorganismer	Djurart och raser Grödor och sorter Mikroorganismer Inokulering Kompost Djurgödsel Djurhållning (t.ex. bete eller ej) Växtföljd

Detta betyder att varje bondgård har sitt eget unika produktionssystem där produkternas kvalitet kommer att påverkas av både platsbundna och åtgärdsrelaterade faktorer. Exempel på platsbundna faktorer är klimat samt jordart och mineralsammansättning, vilka bland annat påverkar markens struktur och kemiska sammansättning. Till åtgärdsrelaterade faktorer räknas till exempel gödselintensitet och typ av gödselmedel liksom mångfaldsåtgärder som kantzoner och samodling. Men även djurhållning och utfodring samt jordbearbetning bör räknas dit. Därtill kan förändringar som människan har skapat genom samhällsaktiviteter (antropogena effekter) påverka produktionssystemet, och därmed produkters kvalitet. Dit hör pesticider och läkemedel som ej används inom jordbruket, tungmetaller luftföroreningar och miljöförändringar (ex. koldioxidhalt, temperatur). Produkter från olika produktionssystem kommer därmed att uppvisa olika kemiska sammansättning och ämnesbalans, som mer eller mindre är anpassade till människans behov för tillväxt, skydd mot sjukdomar och välmående (fysiskt och psykiskt).

Grunden i ett produktionssystem är odling av växter. Växterna utnyttjas både som livsmedel och som foder till djuren, varvid deras näringssammansättning kommer att påverka människan direkt genom förtäring av växtprodukter eller indirekt genom ett utnyttjande av produkter från djuren som livsmedel. Utöver denna roll, kan växter utnyttjas som en del i växtskydd (fångstgröda) och växtnäringscirkulation (fånggröda och gröngödsling). Odlings-systemets utformning och dess potential till att leverera nyttigheter till växten blir den primära faktorn för de agrara produkternas slutliga kvalitet. Grödan kommer därmed att inta en mycket central roll i produktionssystemet. Dess möjligheter att växa under optimala förhållanden, utifrån de kriterier som ställs på kvalitet, skörd och funktion vid en given

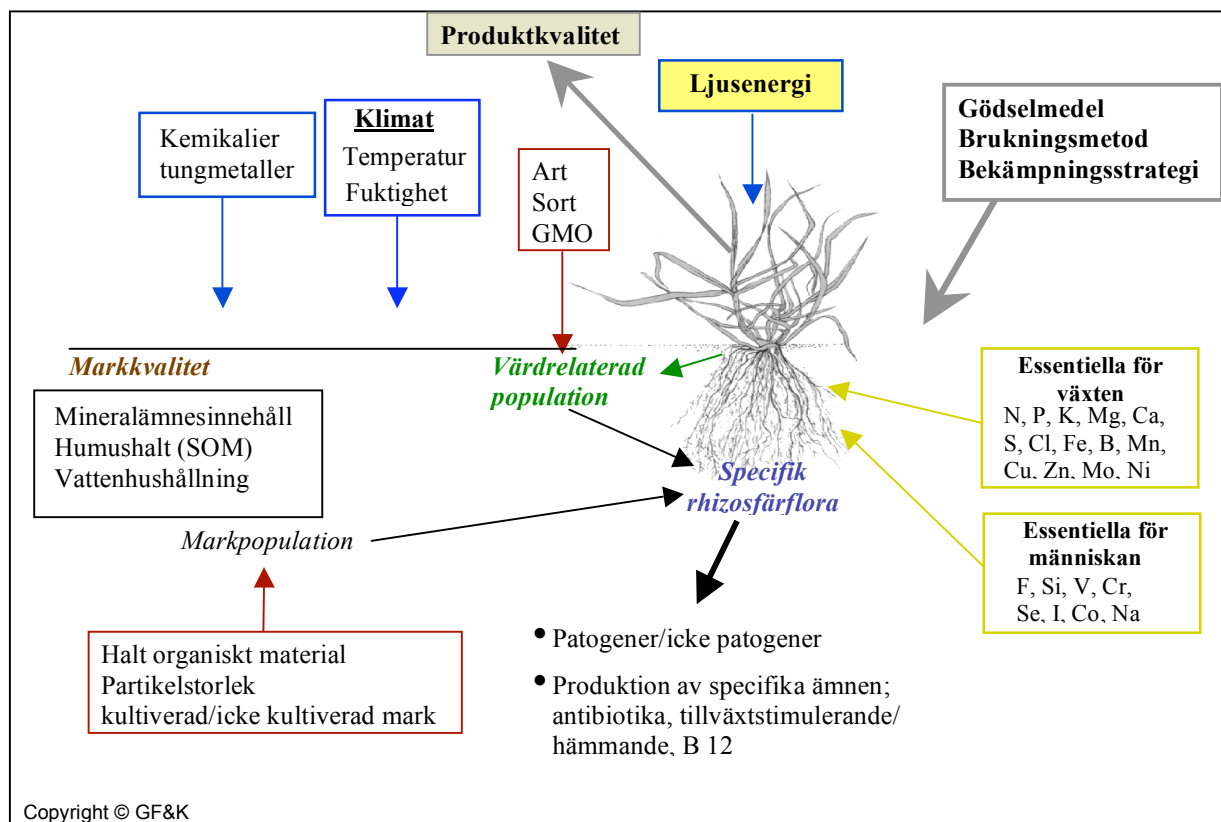


Figure 3. Schematisk sammanställning av faktorer i ett odlingsystem som var och en för sig eller tillsammans kan inverka på grödans tillväxt och kvalitet (Lundegårdh, 2006).

Tabell 8. Faktorer som påverkar grödans skörd och kvalitet (Havlin m. fl., 2005)

Klimatfaktorer	Markfaktorer	Grödfaktorer
Nederbörd	Organiskt material	Gröda och sort
Kvantitet	Textur	Så/planteringsdag
Fördelning	Struktur	Utsädesmängd och geometri
Lufttemperatur	Katjonsutbyteskapacitet	Radavstånd
Relativ fuktighet	Basmätnad	Utsädeskvalitet
Ljus	Lutning och topografi	Evapotranspiration
Kvantitet	Marktemperatur	Vattentillgänglighet
Intensitet	Markåtgärdsfaktorer	Näring
Varaktighet	Bearbetning	Ohyra (besvär)
Altitud/latitud	Dränering	Insekter
Vind	Andra	Sjukdomar
Styrka	Djup (rotzon)	Ogräs
Fördelning		Skördetidpunkt
CO ₂ -halt		

situation, blir stöttepelaren för utvecklingen av ett högkvalitativt produktionssystem. Grödans tillväxt och kvalitetsetablering kommer att påverkas av en rad mer för odlingsystemet specifika faktorer än de omgivande faktorer som redovisas i tabell 7 (Tabell 8 och figur 3).

Växten är grunden för allt liv på jorden. Djur och människor påverkas av växtens kemiska sammansättning, därav begreppet ”Du bli vad du äter”. Växter är autotrofa till skillnad från djur och människor som är heterotrofa. Det betyder att växter lever genom att i fotosyntesen transformera solenergi till kemiskt bunden energi. Tillsammans med koldioxid, CO₂, från luften, samt vatten och mineralnäringsämnen (N, P, S) från marken bygger växten upp, med hjälp av energi via fotosyntesen, biologiska system i form av olika vävnader för tillväxt och överlevnad. Till hjälp har växten ett reglerings- och skyddssystem som kräver makronäringsämnen, främst Ca, K och Mg, samt 8 spårelement (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni och Zn) för sin funktion. Ett led i funktionen är att producera viktiga styr- och skyddsämnen, som koenzym, antioxidanter, lignin och hormoner, vilka ett antal räknas som vitaminer och ytterligare att antal anses kunna ha hälsobefrämjande effekter.

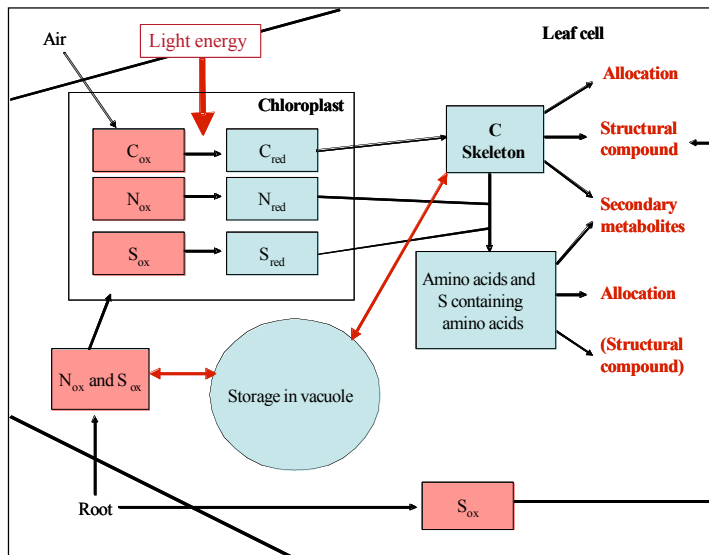
En rad åtgärder och ingrepp i jordbruket påverkar grödornas utveckling och kemiska sammansättning. I grund och botten handlar synen på råvarans kvalitet om hur den absorberade ljusenergin utnyttjas i växten till produktion av biomassa samt till reglering och uppbyggnad av icke biomassarelaterade processer. En alltför kraftig stimulans av växtens produktion av biomassa leder till en sänkning av övriga processers funktion och därmed växtens kemiska samt näringsmässiga sammansättning.

Byggande av biomassa

Av den mängd solenergi som faller in mot en markyta kan 5-6 % tas upp av växter via fotosyntesen och bindas kemiskt i kolhydraten glukos. Innan glukos kan bildas i växten måste den positivt laddade kolatomen i CO₂ reduceras och bli negativt laddad. För att detta skall kunna ske måste åtta elektroner överföras från syret i vatten till kolatomen. Samtidigt behövs det tillföras energi för att reduktion skall kunna ske, vilket medför att kol ej kan reduceras spontant i naturen utan energi måste tillföras. I fotosyntesen sker detta i två steg, där vatten spjälkas i det första steget med hjälp av solenergi till syrgas, väteatomer och elektroner

samtidigt som en del av den absorberade energin binds i de energibärande molekylerna ATP. I steg två används elektronerna och ATP till för att reducera kolatomen i CO_2 , varvid kolkedjor bildas om tre kolatomer till vilka en fosfat binds. Föreningen kallas för triosfosfat. Genom att sammanslå fyra triosfosfater bildas sackaros, som transporteras (allokeras) till andra delar av växten som behöver kol och energi för sin tillväxt. De kan även transporteras till lagringsorgan, som frön, knölar och rötter, där kolet lagras främst som stärkelse eller lipider.

För att bygga upp en växts biomassa krävs inte enbart kolhydrat, utan även en rad andra ämnen. I det genetiska materialet ingår nukleinsyror som innehåller C, O, H, N och P. Växtens byggstenar består av aminosyror, fettsyror, strukturella kolhydrater samt aromatiska kolväten. Dessa bildar proteiner, lipider, cellulosa, hemicellulosa, pektin och lignin. Bland annat består cellens membran av lipider och protein. Runt cellerna är en vägg placerad som är uppbyggd av cellulosa, hemicellulosa, pektin och lignin. Därtill avgränsas främst de gröna vävnaderna emot omgivningen av ett diffusionsskydd bestående av vax och kutin. Förutom dessa föreningar av mer strukturell betydelse finns en mängd funktionella ämnen. De senare kan vara protein, nukleinsyror, vitaminer, hormoner, pigment, terpenoider och en rad



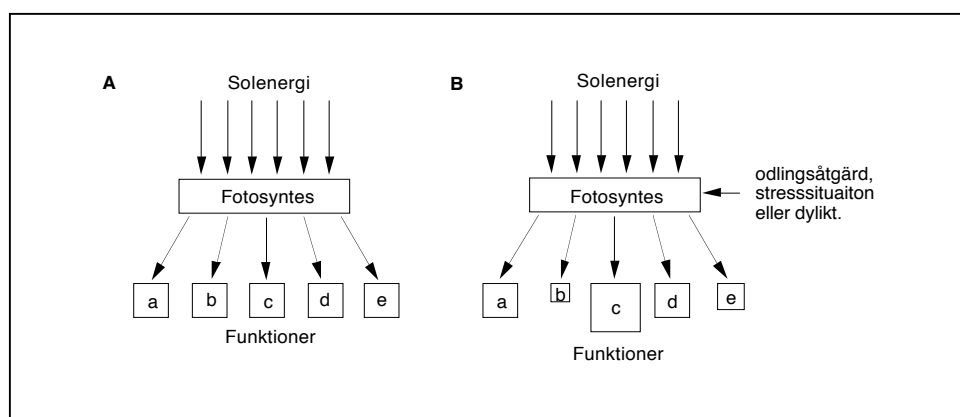
Figur 4. Kol, kväve och svavel i växten. Ämnena tas upp antingen från luften (C) eller från marken (N och S) och reduceras i växten varefter de ingår i växtens byggstenar eller i reglerings- och skyddsmekanismer. Svavel kan även ingå i oxiderad form i lipider (strukturell förening).

fenoliska substanser, så som färg- och luktämnen. Samtliga dessa ämnen ingår i växtens underhåll, skydd och tillväxt. Som utgångsmaterial vid syntes av dessa ämnen användes, liksom sackaros, triosfosfater (Figur 3). I föreningar som aminosyror ingår både kväve och svavel. Dessa måste liksom kol först reduceras innan de kan bindas in i aminosyror eller andra föreningar. De senare är oftast skyddande ämnen som alkaloider för kväve och glukosinolater samt alk(en)yl-L-cysteinsulfoxid för svavel. Det betyder att C, N och S konkurrerar om tillgänglig solenergi och det ämne som behövs mest för tillfället kommer att prioriteras före de andra.

Växten kan lagra N och S som nitrat och sulfat tillfälligt i cellerna vakuoler för användning vid senare behov. Det betyder att växten vid vissa tillfällen då behovet av N eller S är lågt kan ha höga halter av nitrat eller sulfat i cellernas vakuoler. I vakuolen kan även andra mineralämnen lagras liksom olika organiska ämnen som syror, färgämnen och skyddande ämnen.

Under olika utvecklingsfaser samt beroende på arv och miljöbetingelser kommer växten att prioritera fördelningen av den kemiskt bundna energin mot vissa växtdelar och metabolismer. Växter med hög relativ tillväxt (RGR) producerar stor biomassa med låg densitet och högt kväveinnehåll jämfört med växter med låg RGR. De senare prioriterar, i stället för biomassa, syntesen av strukturella sekundära ämnen, till exempel lignin, som bland annat kan skydda mot angrepp av skadegörare. Detsamma händer under stressförhållanden som låg ljusintensitet, låg näringsnivå och torka då växten bildar större mängder av ämnen så som lignin, hartser, vax och lagringsprodukter. Växter med högt RGR syntetiserar också skyddsämnen, främst kväveinnehållande ämnen så som alkaloider. Dessa är effektiva vid låga doser jämfört med de strukturella som är effektiva vid högre halter.

Ovan sagda kan förklaras med att de flesta syntesvägar för sekundära ämnen börjar med syntes av aminosyror. Strukturella kolhydrater och fettsyror syntetiseras via egna vägar. En hög tillväxt kräver en snabb syntes av protein, lipider och strukturella kolhydrater för



Figur 5. Schematisk framställning av hur en förändring av växtens förutsättning kan leda till en omprioritering av dess funktioner. Ju större en ruta är ju mer energi utnyttjar den specifika mekanismen. Summan av smårutorna är lika stor som den övre rutan, vilken utgör tillgänglig energi som har tagits upp via solen. A = lika energifördelning mellan olika funktioner. B = prioritering av funktion "c", t.ex. proteinsyntes, på bekostnad av funktionerna "b" och "e", t.ex. syntes av lignin och vax, beroende på förändringar i omgivningen, t.ex. kvävegödsling (Lundegårdh, 1994).

uppbyggnad av biomassa. Oftast är tillgången på energi begränsande för växten varvid tillgänglig energi i växten normalt ej kommer att räcka till för att försörja alla syntesvägar (Figur 5). Därtill behövs tillgänglig triosfosfat till syntes av de byggstenar som behövs för konstruktion av biomassa. Syntesvägar, som inte är direkt involverade i produktionen av biomassa, kommer därmed att dräneras på ämnen viktiga för produktionen av bland annat sekundära ämnen, varvid halterna av dessa ämnen sjunker. Många av dessa ämnen ingår i växtens skyddsmekanismer och har en lägre gräns för sina halter i vävnader, under vilken växten skadas och tillväxten hämmas. Olika vävnader kräver olika halter av skyddande ämnen för att kunna fungera vid olika växtförhållanden och därmed kommer vävnader att skilja sig i kemisk sammansättning.

Kostnad för produktion av vävnader

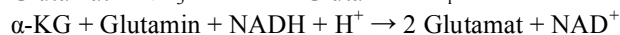
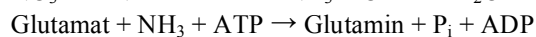
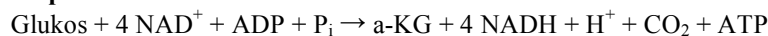
Eftersom olika föreningar kostar olika mycket att produceras, kommer olika vävnader att kosta olika mycket att bilda. Försök har gjorts för att uppskatta dessa kostnader. Då alla syntesvägar i växten inte ännu är undersökta eller upptäckta är det svårt att göra någon riktig kostnadskalkyl. Men man kan dock säga att ämnen som bildas sent i en syntesväg, med andra ord har en lång produktionskedja, är dyrare att producera än de som bildas tidigare.

Ett enkelt sätt för att kunna jämföra produktionskostnaden för syntesen av olika typer av ämnen och vävnader är att beräkna åtgången av glukos, som bildas genom sammankoppling av två triosfosfater. För att erhålla en total bild på åtgången av glukos beräknas glukoskostnaden för en produkt. Glukoskostnaden är summan av energi, reduktionsämnen (elektron-donatorer) och kol, uttryckt som gram glukos, som åtgår för syntesen av ett gram av produkten i fråga.

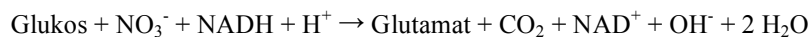
Nedan redovisas ett exempel på hur glukoskostnaden för produktionen av aminosyran glutamat kan beräknats. I kalkylen har man utgått från de enskilda syntesvägarna och sedan summerat dessa till en slutreaktion. Alla kostnader är omräknade till gram glukos enligt följande: 1 glukos ger 12 NADH + H⁺ eller 36 ATP.

Kostnaden för biosyntes av glutamat från glukos och nitrat via glutaminsyntetas

Delprocesser



Summa reaktion



För att producera en NADH + H⁺ via respirationen krävs 1/12 (0,0833) glukos;
1,0833 Glukos → 1 Glutamat (MV = 147); GK = 1,33

Ur kostnadskalkylen framgår att ämnen, som är mer komplexa och har en struktur som skiljer sig väsentligt från de kolföreningar som ingår som delsteg i nedbrytningen av glukos till koldioxid och vatten, kostar mer att syntetisera. Med andra ord kommer ämnen, vars syntesväg är lång och kräver flera olika kolföreningar för sin syntes, att bli dyrare att producera än ämnen med korta och enkla syntesvägar (Tabell 9). Föreningar, som även innehåller kväve och svavel förutom kol i reducerad form, blir dyrare att producera om växten själv måste reducera ämnet. Till exempel är det dyrare för växten att producera aminosyror och därmed protein från nitrat än från ammonium, då reduktionen av nitrat till ammonium kräver 1/3 glukos.

Genom att känna till en vävnads sammansättning av ämnen kan dess glukoskostnad beräknas, genom att summera kostnaderna för produktionen av varje enskild komponent (Tabell 10). Vävnader som innehåller höga halter av lipider kräver till exempel 2,24 gånger mer glukos för sin produktion än vävnader bestående av enkla kolhydrat (Tabell 9). Detta medför att skörden för vete, som är rikt på stärkelse, blir 67 % högre än skörden för raps, som är rikt på lipider, under samma tillväxtförhållande (Tabell 10). Kostnaden för produktionen av proteinrika vävnader intar en mellanställning mellan kostnaderna för lipidrika och kolhydratrika vävnader, främst om ammonium används som kvävekälla.

Växter, som lever under stressade förhållande, bildar vävnader som innehåller fler ämnen som är viktiga för dess skydd mot stressen. Stressrelaterade ämnen är oftast dyra för växten att producera, till exempel terpenoider (Tabell 9). Detta gäller för *Diplacus aurantiacus*, som

Tabell 9. Kostnaden i glukos för syntesen av ett antal olika ämnesgrupper samt några specifika ämnen. PV = Produktionsvärde, g produkt/g glukos; GK = Glukoskostnad, g glukos/g produkt (Lundegårdh, 1995)

Ämne	PV	GK	Referens
Kolhydrater	0,83	1,21	Loomis & Connor 1992
Protein (från NH ₃)	0,62	1,62	Loomis & Connor 1992
Protein (från NO ₃ ⁻)	0,40	2,48	Loomis & Connor 1992
Aminosyror			
Gutamat	0,75	1,33	Loomis & Connor 1992
Fenylalanin	0,42	2,39	Lundegårdh 1995
Lipider	0,37	2,71	Loomis & Connor 1992
Fettsyror			
Palmitinsyra	0,375	2,67	Lundegårdh 1995
Fenoler			
Flavanoider			
Naringenin-chalcon	0,46	2,19	Lambers & Rychter 1990
Umbelliferon	0,42	2,38	Lambers & Rychter 1990
Kaffeinsyra	0,47	2,13	Lambers & Rychter 1990
Lignin	0,43	2,32	Penning de Vries et al. 1974
	0,52	1,92	Loomis & Connor 1992
Monoterpener			
Limonen	0,28	3,53	Lambers & Rychter 1990
Terpenblandning	0,27	3,71	Merino et al. 1984
Cyanogena glykosider	0,505	1,98	Merino et al. 1984

lever under torra förhållanden. Glukoskostnaden för produktion av denna växts blad är betydligt högre än glukoskostnaden för produktionen av majsblad, 2,08 jämfört med 1,54 om nitrat används som kvävekälla (Tabell 10).

En ensidig inriktning mot kvävegödsling leder till en prioritering i växten mot protein och biomasseproduktion på bekostnad av produktion av sekundära ämnen samt en utarmning av för djur och människor essentiella mineralämnen. Många av mikronäringsämnen ingår i växten som chelat i enzym, viktiga i växtens skyddssystem och för växtens syntes av

Tabell 10. Kostnaden i glukos för produktionen av frön och blad från olika växtarter. Värdena är kalkylerade från användningen av nitrat eller ammonium som N-källa (Loomis & Connor, 1992; Lambers & Rychter, 1990). PV = Produktionsvärde, g produkt/g glukos

Art	Sammansättning (% av ts)				PV	
	(CH ₂ O)	Protein	Lipider	Fibrer	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺
Frön						
Ris	88	8	2		0,76	
Majs	84	10	5		0,705	
Vete	82	14	2		0,715	0,78
Sojaböna	38	38	20		0,50	
Raps	25	23	48		0,43	
Blad						
Majs					0,65	

Pinus taeda					0,63
Diplacus aurantiacus	9	15	13	26	0,48
Senecio aquaticus	31	29	2,5	23	0,65

sekundära ämnen. I dessa funktioner skulle ett flertal av de ämnen som i dag endast räknas som essentiella för djur, kunna vara essentiella även för växten. Med andra ord, brist på mikronäringsämnen, både essentiella och icke essentiella, skulle kunna leda till ett sämre försvar hos växten, och därmed ett ökat behov av växtskyddsmedel.

Mineralämnena som kvalitetsfaktor

Växter kan innehålla över 60 olika mineralämnena, varav 14, förutom C, O, H, behövs för normal tillväxt hos växten (Tabell 11). Makronäringsämnena K, Ca, Mg, N, P, S behövs i mängder över 100 mg/kg, medan mikronäringsämnena Fe, Mn, Zn, Cu, Cl, B, Mo, Ni behövs i mängder under 100 mg/kg.

Tabell 11. Livsnödvändiga mineralämnena för växten och deras huvudsakliga funktioner

Element	Uptagningsform	Huvudsaklig funktion
<i>Makronäringsämnen</i>		
Kväve	NO_3^- och NH_4^+	Ingår i byggstenar som protein och nukleinsyror
Fosfor	H_2PO_4^- och HPO_4^{2-}	Ingår främst i nukleinsyror, ATP och fosfolipider
Kalium	K^+	Aktiverar enzym; reglerar vatten- och jonbalans samt klyvöppningarnas funktion
Svavel	SO_4^{2-}	Ingår i protein, lipider samt koenzym
Kalcium	Ca^{2+}	Påverkar celledelning, membran och enzym; signalsubstans
Magnesium	Mg^{2+}	I klorofyll; stabiliserar ribosomer; nödvändig för många enzym
<i>Mikronäringsämne</i>		
Järn	Fe^{3+}	I redoxenzym och elektronbärare; krävs för klorofyllsyntes
Klorid	Cl^-	I fotosyntesen; reglerar jonbalans
Mangan	Mn^{2+}	I fotosyntesen; Aktiverar enzym
Bor	$\text{B}(\text{OH})_3$	Påverkar troligen allokering av kolhydrater
Zink	Zn^{2+}	Aktiverar enzym; krävs för auxinsyntes
Koppar	Cu^{2+}	I redoxenzym och elektronbärare
Nickel	Ni^{2+}	Aktiverar enzym
Molybden	MoO_4^{2-}	Krävs för nitratreduktion

Växtens upptagning av mineralämnena sker via roten medan kol tas upp som koldioxid via bladen. Rotens upptagning av mineralämnena är en komplicerad process som sker via bärare, vid vilka ämnena inbördes konkurrerar med varandra beroende på laddning och storlek. Bärarna är placerade i membran runt rotens celler. För att nå dessa måste jonerna först transporteras in det kanalsystemet, som finns mellan celler i rotens yttre cellager, som står i direkt kontakt med markvätskan. Detta utrymme kallas för det fria rummet och intransporten sker genom att jonerna följa vattnets flöde från marken in i växten. Är vattenflödet mycket långsamt kan även transporten ske via diffusion. I kanalerna transporteras små joner lättare än stora, t.ex. kalciumjoner konkurrerar ut magnesiumjoner. Vidare består biologiska membran av byggstenar, främst lipider och protein, som innehåller laddade grupper. Olika joner påverkas olika kraftigt av dessa laddningar på cellmembranen. Denna påverkan ökar, vilket medför en minskad upptagning, enligt följande: Oladdade molekyler < envärdade joner < tvåvärdade joner < trevärdade joner. Denna skillnad i upptagning mellan laddade joner och olad-

dade molekyler märks bäst för syror, t.ex. fosforsyra. Det envärda divätefosfatet tas upp lättare än det tvåvärda vätefosfatet.

Bärarna, i det membran som omger cellerna, är relativt ospecifika jämfört med metaboliska processer, vilka oftast fungerar enbart med en specifik jon. Detta medför att en viss konkurrens om platserna på bärarna förekommer, främst mellan joner av samma storlek och laddning. Däremot stimuleras oftast upptagningen av positiva joner, katjoner, av negativa joner, anjoner, och vice versa. Vid höga externa koncentrationer kan dock en jon som tas upp långsamt försämrade upptagningen av en jon av motsatt laddning, följejön, som följer jonen genom membranet. Kalium tas till exempel lättare upp tillsammans med klor än med sulfat. Upptagningen genom bärare är en aktiv transport som kräver energi. Energin erhålls genom att sackaros transporteras från bladen till roten, där den genom andning frigör energi för intransporten av mineralämnen. Flerladdade joner och större molekyler, som missgynnas av bärarsystemet, kan transporteras passivt via vattenflödet in i växten via rotspetsarna.

Enligt Kirschman kan markens förråd av Cu, Mo och Zink utarmas inom 100 år genom bortförel med grödan om enbart NPK-gödselmedel används. Därtill är växternas försörjning med Cu, Fe, Mn och Zn genom massflöde inte tillräckligt för grödans behov. En mobilisering genom rötter och därmed desorption och upplösning är nödvändig (diffusion). Detta talar för nödvändigheten av ett stort rotsystem för att tillräcklig mängd av dessa spårämnen skall kunna tas upp av växten

En mineralämneshalt behöver inte alltid bero på för låga koncentrationer i marken, utan kan i många fall bero på mineralämnets förhållande till andra mineralämnen. Till exempel kan en alltför kraftig fosforgödsling leda till både zink- och järnbrist, även om substratet innehåller tillräcklig mängd av både zink och järn. Bristen beror i stället på att förhållandet mellan fosfor och zink respektive järn i plantan blir alltför hög. Ett fyrtiotal sådana förhållanden är i dag kända och fler kommer att beaktas i framtiden då allt fler joner kommer att studeras i förhållande mark/växt.

Förhållandena blir än mer komplexa då antagonism och synergism mellan allt fler joner studeras samtidigt. Till exempel ökar högt kalium/kväve-förhållande i näringssubstratet halten av fosfor och magnesium i spenat och åkersenap. Däremot försämras halten av både kalium och fosfor av ett högt kalium/fosfor-förhållande i näringssubstratet. Intressant är att fosforhalten tycks sjunka med högre tillväxt, vilket tyder på att växter, oberoende av tillväxt, tar upp så mycket fosfor som möjligt. Vid höga tillväxthastigheter, då produktionen av biomassa konkurrerar med jonupptagningen, hinner ej fosforupptagningen med och en utspädning sker i växten.

Förutom den jonspecifika konkurrensen finns det skillnader i upptagning mellan arter. Spenat är till exempel mer känslig för låga kaliumhalter än åkersenap. Därtill tycks åkersenapen vara mer effektiv i att ta upp kalium vid låga koncentrationer. Med andra ord kan åkersenapen

Ovan beskrivna exempel pekar på att ensidig gödsling kan rubba balansen mellan mineralämnen i markvätskan på ett sådant sätt att nutritionella störningar kan uppkomma. I värsta fall kan dessa komma till uttryck i akuta bristsymtom hos växten, men mer vanligt i försämrade tillväxt och/eller kvalitet. I framtiden bör större hänsyn tas till förhållanden mellan olika näringsämnen än till deras absoluta mängd på växtplatsen.

Kvalitetsskillnader

En växt strävar efter att tidigt bygga upp en kraftig och näringsrik vegetativ biomassa, där bladmassan kan absorbera för växtförhållandet optimal mängd ljusenergi och roten försörja växten med tillräcklig mängd vatten och mineralämnen. Därmed har växten säkrat grunden för en god reproduktiv tillväxt. Under växtens reproduktiva fas kommer de reproduktiva organens tillväxt och kvalitet vara beroende av växtens vatten- och ljusupptagande förmåga samt dess förmåga att omlokalisera mineralämnen från bladen. Under växtens reproduktiva fas, som oftast infaller under sommartid, då risken för torka är stor, kan mineralämnesupptagningen hämmas bland annat på grund av att större delen av den i fotosyntesen producerade sackarosen allokeras till de reproduktiva organen.

Näringsstäthet och energitäthet

Förutom vatten, innehåller ett livsmedel energi och näring. Studier har visat på att det finns ett negativt samband mellan livsmedlet innehåll av näring och dess energiinnehåll. Detta vidimerar antagandet att energirika livsmedel är mer näringsfattiga än energifattiga livsmedel. Frukt och grönsaker uppvisade hög näringsstäthet, vilket medförde att dessa innehöll en hög halt näring per kcal. Resultatet visar på att en strävan efter höga skördar genom att stimulera bildandet av energimässigt billiga vävnader medför produkter med lågt näringsinnehåll.

Skördenivå

Ett flertal studier har visat på att det finns ett negativt samband mellan växtens innehåll av näringsämnen och dess skördenivå. Detta har bland annat visats för vitamin C (askorbinsyra) i äpplen och för främst Mg och Zn i vete. Som tidigare har nämnts så krävs det både vatten och energi för en effektiv upptagning av mineralämnen. Vattnet är viktigt för jonernas transport först från marken intill roten och därefter från roten upp till skottet. Denna typ av transport kallas för massflöde. Därmed leder en dålig tillgång på vatten på grund av torka till en försämrad upptagning av mineralämnen och en delvis försämrad tillväxt. Minskas tillgången av socker genom en kraftig skotttillväxt hämmas också upptagningen av mineralämnen. Vid goda ljus- och vattenförhållanden kan tillväxten snarare hämmas av brist på mineralämnen än brist på koldioxid, om upptagningen av mineralämnen begränsas på grund av dåliga markförhållanden (se vidare under avsikten om marken). Ett sådant förhållande leder till produkter med lågt mineralämnesinnehåll. Förutom att försöka öka tillgången på mineralämnen genom att tillföra gödsel till marken eller direkt till växten via bladen, bör man eftersträva stor rotvolym. En ökad mängd rötter medför att växten får kontakt med en större jordvolym och därmed en ökad pool av mineralämnen.

En växt som har fri tillgång på mineralämnen, vatten och ljus kommer att infinna sig i ett relativt ostressat tillstånd med snabb tillväxt. Under en sådan situation kommer den oxidativa stressen i växten vara låg varvid produktionen av skyddande ämnen, främst vitamin C, kommer att sjunka. Även andra näringsämnen som karoten och vitamin E kan sjunka.

Det är inte enbart halten av essentiella näringsämnen som kan minska vid ökad tillväxt och skörd, utan även innehållet av sekundära ämnen kan påverkas negativt. Beroende på hur växten fördelar sina resurser, vilket påverkas av rådande växtförhållande, kommer en mer eller mindre mängd sekundära ämnen att bildas. Med andra ord kommer den skördade produktens kemiska sammansättning i stor grad påverkas av skördenivå, och vice versa. Genom att pressa skördarna allt närmre den potentiellt möjliga skördenivån, kommer produkten att utarmas på ämnen, som är dyra att producera. Till sist kommer produkten enbart bestå av kolhydrat. Likaså kan en kraftig kvävegödsling för att höja proteinhalten i en produkt, vid ökade skördenivåer, leda till att endast syntesen av protein, främst sådana inne-

hållande enkla aminosyror, och kolhydrat prioriteras, varvid en protein- och energirik produkt bildas. Används därtill nitrat som gödning kommer ytterligare energi att gå till reducering av nitraten. Detta är en dyr process, vilket medför att växten prioriterar upptagning av kväve före syntesen av sekundära ämnen. Sjunger mängden av mer toxiska ämnen är det gynnsamt, men tas kväve upp på bekostnad av syntesen av hälsofrämjande ämnen är det skadligt.

Växtens arvsanlag påverkar dess tillväxthastighet och utveckling, vilket medför att snabbväxande arter, under normala växtförhållanden, går tidigare in i reproduktiv fas än långsamt växande arter. Dock bör man beakta att en rad andra faktorer som ljus, temperatur och vattentillgång inverkar på växtens övergång till reproduktiv fas. Ju tidigare en växt går in i sin reproduktiva fas ju längre kan frukt, frön och knölar matas med produkter, främst sackaros, från bladen, vilket ger en högre skörd av dessa organ.

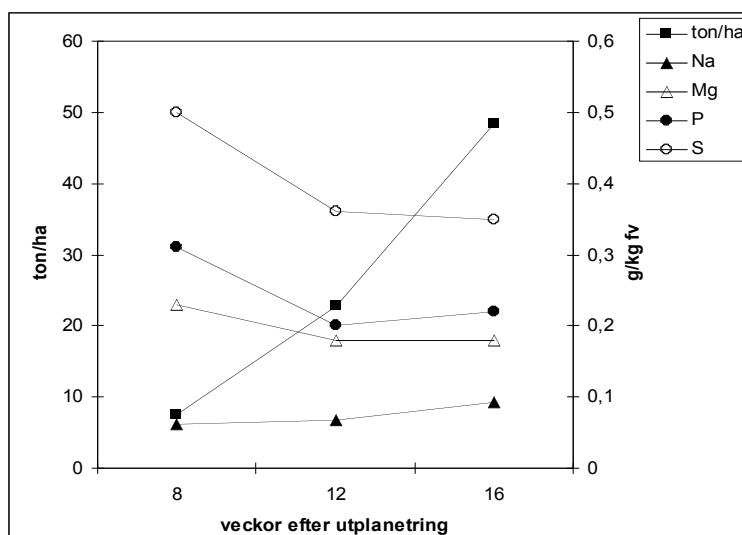
Skördetidpunkt

Hos flertalet växter prioriteras rottillväxten i början av växtperioden. Senare under perioden övergår växten till att prioritera först bladtillväxt och senare tillväxt av lagringsorgan. Genom att resurserna förs över från rottillväxt till skotttillväxt kommer rötternas funktioner att begränsas, däribland upptagningen av mineralämnena. Därför är det viktigt att växten under sina tidiga tillväxtfaser erhålla goda möjligheter att ta tillräckliga mängder av mineralämnena så att den senare tillväxten ej begränsas på grund av brist på mineralämnena. Av denna anledning kommer ett flertal näringsämnen, som till stor del är beroende av en aktiv upptagning, minska i halt i växten. Detta fenomen syns tydligt hos vete där bland annat den största delen av kvävet tas upp och lagras i blad och strå innan stråskjutning (mitten av juni). Därefter koncentrerar växten sig på att mat kärnorna med kolhydrat och kväve, varvid halten kväve sjunker i strå och blad.

Hos bladgrönsaker ses liknande effekter där innehållet av mineralämnena sjunker under den sena tillväxten. I figur 6 visas hur halten av Mg, P och S sjunker i äldre purjolök. Kväve, K och Ca uppvisar samma sjunkande trend. Däremot ökar Na vilket även Fe gör.

Skördad del av växten

Växten består av vegetativa organ (rötter, stjälk och blad), lagringsorgan (rötter och stjälk) och reproduktiva organ (knölar, lökar, blommor/blomställningar, frukter, nötter och frön). Dessa organ har olika funktioner under växtens utveckling och deras kemiska sammansättning kommer att variera beroende på arvsanlag, växtförhållande och utvecklingsstadium.



Figur 6. Skörd av purjolök samt halten av Na, Mg, P och S (g/kg fw) i purjolök 8, 12 respektive 16 veckor efter utplantering.

Blad av de flesta grönsaker innehåller 2-6 gånger högre halt vitamin C än dess stamdelar. Hos spenat har skillnader upp till 20 gånger dokumenterats. Att blad innehåller en hög halt av vitamin C, men även av tiamin, beror på att dessa syntetiseras i bladen. Fröns innehåll av tiamin beror på en hög transport av detta ämne från växtens gröna delar till fröna, som exempel hos vete. Blad har också hos ett antal arter uppvisat höga halter av andra näringsämnen som karoten, riboflavin och vitamin E (tokoferoler).

Att blad är näringstäta och energifattiga beror på dess funktion som energitransformator och producent av en rad viktiga ämnen för växten. Bladen verkar också som ett tillfälligt lager för näringsämnen, främst mineralämnen och kolhydrater. Av denna anledning behövs det både ett nätverk av syntesvägar och ett sofistikerat energitransformerande system, fotosyntesen, som kräver välfungerande regleringssystem, skyddssystem och lagersystem. För att dessa system skall kunna fungera optimalt krävs en väl sammansatt cocktail av en mängd ämnen.

Övriga organ hos växten har mer specifika funktioner än bladen. Bland annat är knölar och frön överlevnadsorgan, vars funktion beror på dess möjlighet att lagra energi i form av kolhydrater och fetter. Därför är dessa organ ofta energitäta med låga halter av andra näringsämnen, som inte behövs för deras lagringsfunktioner. Dessa ämnen finns dock i låga halter för att kunna utnyttjas när frön och knölar börjar gro. Stammens nedre del och/eller rotens övre del kan hos vissa växter, främst tvååriga växter, användas som lagringsorgan. Liksom frön och knölar är dessa oftast mer energitäta och fattiga på andra näringsämnen. Är vävnaderna färgade är de dock mer näringsrika, som till exempel morot som innehåller mycket höga halter av karoten.

I appendix II finns en sammanställning över medelinnehållet hos grönsaker uppdelade i knölar, rötter/stammar, blad/stammar, blomma, frukt och frö/skida. Värdena är tagna från livsmedelsverkets näringstabeller.

Sortval

Växter skiljer sig kraftigt avseende dess innehåll av näringsämnen. Även sorter kan uppvisa betydande skillnader i kemisk sammansättning. Det är inte ovanligt att till exempel vitamin C kan variera 10 till 20 gånger i halt mellan olika sort. Normalt kan skillnaderna mellan sorter vara 2 till 3 gånger för flertalet av vitaminerna. I extrema fall har betydligt större skillnader uppmäts, som exempel 80 gånger för karoten mellan morotssorter, 12 gånger för tiamin mellan vindruvesorter och 29 gånger för vitamin E mellan vetesorter. Kraftiga skillnader i innehåll av sekundära ämnen har också uppmäts mellan sorter. Till exempel skiljer sig halten av extraherbara fenoler mellan sorter av grönkål och halten glukosinolater mellan vitkålssorter (Lundegårdh). I en annan färsk studie med broccoli var variationen i halt karoten, tokoferol, vitamin C och 3 olika glukosinolater 6,5, 9,3, 2,2, 27,1, 10,5 respektive 15,5 gånger mellan sorter.

Även halten av mineralämne kan variera nämnvärt mellan sorter. I de tidigare nämnda studierna från USA och Europa kunde halten av Fe, Se och Zn variera med upp till 100 %, 60 % respektive 60 % mellan olika sorter. Även halten Mg kunde variera kraftigt. Oftast var det de äldre sorterna och främst de som ej var anpassade till intensiv odling som uppvisade högst halter. Dessa sorter hade oftast lägst skörd, vilket kunde vara en av orsakerna till skillnader.

Dock uppvisade koppar inga sortskillnader och ej heller järn i det europeiska försöket. Hos majs har skillnader på 10 respektive 8 gånger i halt Fe och Zn mellan sorter uppmäts.

Vetets innehåll av Fe och Zn beror på ett samspel mellan sort och odlingsplats, vilket betyder att kärnans innehåll av dessa mineralämnen för en och samma sort kommer att variera mellan odlingsplatser. För magnesium, däremot, är samspelt mellan sort och odlingsplats liten. Detta betyder att en och samma sort kan ha ungefär samma halt Mg i kärnan oberoende av var den odlas, vilket medför att om man vill efterstäva en hög halt av Mg i kärnan skall man välja en sort som har denna egenskap.

Pesticider och andra kemikalier

Subletala doser av herbicider har länge varit kända att kunna påverka en grödas tillväxt och metabolism. Under 1970-talet funderade man till och med på att använda låga doser av herbicider för att öka växtproduktionen. Tabell 7 visar att en dos av metribuzin på en tiondel av normal dos, påverkar protein och kolhydratsmetabolismen i potatisplantor. Följdfrågan blir då, enligt tidigare resonemang: Vad händer med produktionen av övriga ämnen i växten, varav många kan vara viktiga för konsumentens hälsa? Något svar på denna fråga finns ej idag.

Användningen av bekämpningsmedel inom jordbruket har ökat kraftigt efter andra världskriget. En rad av dessa har visat sig vara giftiga för människor, djur och miljö. Andra har ännu ej klassats som giftiga, men kan ha långsiktiga skadliga effekter eller ha biverkningar på växten. En biverkan är en effekt som uppkommer på en annan fysiologisk/metabolisk process än den process som medlet är tänkt att verka på. Att biverkningar kan uppkomma av läkemedel är välkänt, däremot vet man mycket lite om biverkningar av bekämpningsmedel på gröda och odlingsystem. Tabell 12 visar på metaboliska förändringar hos potatis efter behandling med herbiciden metribuzin. Subletala doser av herbicider skapar förändringar i växtens kemiska sammansättning. En lång exponering med subletala doser av herbicider ökar växtens tolerans mot herbiciden. Denna förbättrade tolerans medför förändringar i växtens metabolism och funktioner. Hos alger, som uppvisar högre tolerans mot, fotosynteshämmande herbicider har både fettsyrasammansättning och jonupptagning förändrats.

Tabell 12. Förändring i kemisk sammansättning i potatisplantor odlade i olika koncentrationer av metribuzin, som används mot ogräs i potatis (Fedke, 1982)
Normaldos 1,75 - 3,5 mg/l

Ämne % av obehandlat	Koncentration metribuzin, mg/l		
	0,3	1,0	6
Torrsvikt	100	102	38
Lösliga aminosyror	131	142	110
Lösliga protein	103	119	51
Lösliga socker	92	71	25

Gödsling

Växter reagerar kraftigt på tillgången av mineralämnen. En N-gödsling sänker i regel halten essentiella aminosyror och askorbinsyra, medan ökade N-nivåer tycks ha en gynnsam effekt på innehållet av karoten, tiamin och riboflavin. Fosfor verkar gynna produktionen av askorbinsyra och tiamin, medan kalium kan stimulera syntesen av askorbinsyra. Magnesium

höjer halten karoten. Resultaten är dock mycket skiftande mellan försök och grödor. Däremot tycks en ökning av tillgången på mikronäringsämnen nästan alltid öka halten av vitaminer och stärka växtens skydd mot patogener. Detta beror på att dessa till stor del är involverade i syntesen av sekundära ämnen. Innehållet av glukosinolater ökar med ökad gödsling av N och S. Det är främst innehållet av glukosinolater av alkenyltyp som ökar. Hos lök och purjolök ökar halten alkyl(en)cysteinsulfoxid med ökas halt svavel i växten.

En ökad gödslingsmängd med samma gödslingsmedel leder till förändringar i de olika mineralämnenas tillgång i växten. Det är främst rörligheten av kväve och kalium som ökar vid en högre gödselgiva. Detta medför att tillgängligheten av övriga mineralämnen sjunker i växtens övre del, vilket i sin tur påverkar växtens reproduktion och frömatning.

De varierande resultaten från många av gödslingsförsöken kan bero på uppkomna obalanser i växten, beroende på obalanserad tillförsel av mineralnäringsämnen. Enligt Bergman (1992) finns det 27 olika kvoter mellan mineralämnena, som bör ligga inom vissa gränser i växten, om ej brist av skilda ämnen ska uppkomma, även om dess halter är tillräckliga. Dessa kvoter påverkas av tillgången av mineralämnena i marken som i sin tur påverkas av gödslingsstrategi. Med andra ord kan mineralämnena konkurrera med varandra och därmed verka antagonistiskt, varvid fysiologiska och biokemiska förändringar uppkommer i växten, som leder till förändrad kemisk sammansättning trots god halt av mineralämnet i fråga. Till exempel kan en alltför kraftig fosforgödsling leda till både zink- och järnbrist, även om substratet och växt innehåller tillräcklig mängd av både zink och järn.

Bland mineralämnena är det främst mikronäringsämnena, t.ex. zink, järn, koppar, selen och krom som är viktiga för däggjurens försvarssystem. Organiskt bundna metaller är mer tillgängliga för däggdjur än rena salter av metallerna. Detta medför att metaller intagna via vegetabiliska eller animaliska livsmedel är betydligt effektivare än metaller intagna i tablettform. Därtill är de i växten essentiella mikronäringsämnena viktiga i produktionen av s.k. sekundära ämnen till vilka många av våra vitaminer, antioxidanter, anticarcinogena ämnen och inducerare hör. Brist på mikronäringsämnen i växten leder till lägre produktion av sekundära ämnen och därmed försämrade livsmedelskvalitet. En obalanserad gödsling, vilket leder till lägre halter av för djuren essentiella mineralämnen samt störd produktion av essentiella eller hälsobefrämjande ämnen i växten, ger generellt en sämre produkt.

Nitrat och nitrit är både skyddande och skadligt. Nitrat-nitricykeln som finns mellan mun och magsäck har visat sig vara ett effektivt skydd mot bakterier. Nitratet kan dock i magsäcken omvandlas till carcinogena nitrosföreningar, främst nitrosaminer. Därför har man ansett att alltför höga halter av nitrat kan vara skadligt. Om höga halter av nitrat förekommer i marken och problem i växtens metabolisering av nitrat uppkommer, kan ohälsosamma kväveföreningar bildas i växten samt nitratet lagras i växtcellens vakuol.

Svavelbrist har ökat, vilket medför sämre kväveeffektivitet och sämre kvalitet. Det senare gäller både aminosyror och svavelhaltiga sekundära metaboliter vilka kan ingå både i växtens försvar mot oxidativ stress och exponering av tungmetaller (thioniner, alliiner och glukosinolater) och vara hälsobefrämjande för människan t.ex. vissa glukosinolater i kålväxter samt alkylcysteinsulfoxider i lökväxter. Tillgängligheten av svavel påverkas av bl.a. humushalten i marken.

Av den totala fosfor i spannmål utgörs 50-70% av fytat. Fytat har den negativa effekten att det minskar tillgängligheten av bland annat zink, magnesium, järn och krom i vår kost. Halten

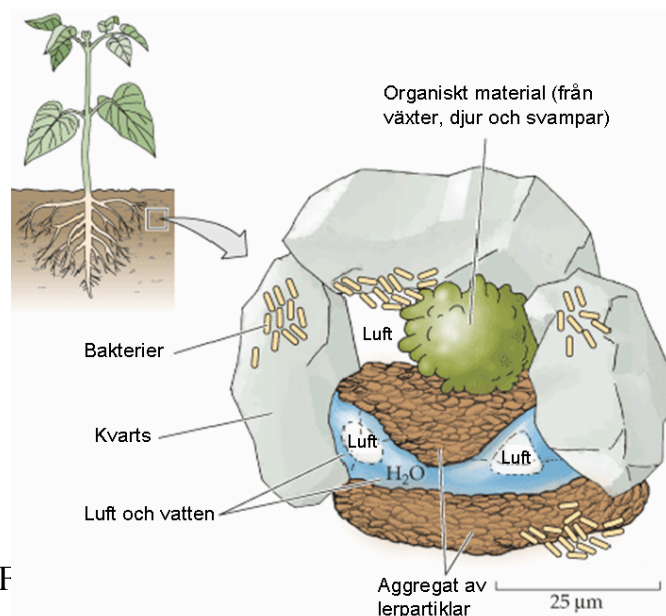
fyttat tenderar att bli högre i grödor som erhåller höga gödselgivor av fosfor, som nya högproduktiva sorter.

En ökad förståelse av sambanden mellan markens mineralämnessammansättning, växtens tillväxt och försvarsfunktioner och däggdjurens behov av mineralämnen och skyddande ämnen är en kommande utmaning inom jordbruksforskningen.

Markens inverkan på produktens kvalitet

Förutom av omgivande faktorer som ljus och temperatur, är växtens tillväxt, skörd och kvalitet till stor del beroende på rotens tillförsel av mineralämnen, vatten och luft. Ursprunget för markens mineralämnessammansättning är de underliggande och omgivande bergarterna, som består av olika typer av mineral. Mineralämnena, förutom kväve, förekommer naturligt som mineral, vilka består av två eller flera oorganiska komponenter, till exempel SiO_2 – kvarts eller CaCO_3 – kalcit. Våra jordar består av bergsfragment och mineral i olika storlekar, allt från stenar, till och med block, ned till lermineral på miljondelars miljondelar av en millimeter. Dessa har bildats genom vittring av omgivande bergarter. I Sverige kan jordarna ha annan sammansättning än omgivande bergarterna på grund av verkan från inlandsisen, som till platser har kunnat transportera material långväga ifrån. Förutom mineral innehåller jordarna dött (humus) eller levande (svampar, alger, bakterier) organiskt material. Tillsammans bildar bergsfragment, mineral och organiskt material våra jordarter, var och en för sig eller tillsammans i aggregat (Figur 7). I hålrum mellan markpartiklarna finns vatten och luft.

Mineralämnena blir tillgängliga för växten genom vittring av mineral och nedbrytning av organiskt material. Dessa frigjorda för växten tillgängliga mineralämnen förekommer främst som fria joner lösta i markvätskan eller absorberade till laddningar på markpartiklarna. Växttillgängliga mineralämnen kan även tillföras marken genom gödsling. Den slutliga upptagningen av mineralämnena till växten kommer dock att bero på en rad markfaktorer, både fysikaliska, kemiska och biologiska. Dåliga markförhållanden, oberoende om tillgången på mineralämnena är hög eller låg, kommer att försämra upptagningen av mineralämnena och därmed påverka på tillväxt och kvalitetsetablering. Markens porositet, pH och vattenhållande förmåga blir avgörande faktorer för växtens möjligheter att ta upp mineralämnena. Dessa faktorer påverkar växtrötternas förmåga att penetrera marken och bilda stora nätverk av rötter. Ju större och finmaskigt ett rotsystem är ju lättare blir det för växten att tillfredsställa sitt behov



Figur 7. Skiss över markens strukturella uppbyggnad. Kvarts eller andra mineral bildar en stomme som sammanhålls av lermineral och organiskt material. Strukturen ger upphov till hålrum där antingen vatten eller luft ansamlas.

av mineralämnena och vatten. Omrotsystemet är litet krävs det att mineralämnena följer med vattnet i dess rörelse mot rötterna, så kallat massflöde. I kompakta jordar blir porerna små och flödet av vatten trögare, vilket medför att upptagningen av mineralämnena försvåras genom att växten får ett mindre rotsystem och att vattnets rörelse blir trögare.

Markens förmåga att leverera mineralämnena till rötterna beror även dess förmåga att håll kvar mineralämnena i marken. Joner som är lösta i markvätskan kan urlakas från marken genom att följa vattnets rörelse nedåt i marken. För att förhindra detta är det viktigt att så stor andel som möjligt av jonerna är absorberade till markpartiklar. En jords förmåga att absorbera joner beror på markpartiklarnas totala mängd av laddningar. Eftersom markpartiklarnas laddningar oftast är negativa är det främst positivt laddade mineralämnena som absorberas. En jords totala förmåga att absorbera positiva joner anges som dess katjonsutbyteskapacitet, CEC. Organiskt material har störst förmåga att absorbera joner följt av lermineral, vilket medför att grövre jordar med låg humushalt som sandjordar har en låg jonabsorberande förmåga. För de flesta mineral avtar absorptionsstyrkan för katjonerna enligt följande: $Al^{3+} > H^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ = NH_4^+ > Na^+$. CEC ökar med ökat pH främst hos organiskt material, vilket medför att pH påverkar CEC kraftigast i jordar med högt innehåll av organiskt material. I marken kan halten växttillgängliga mineralämnena minska på grund av utfällningar, som fosfater (kalciumfosfat), oxider (manganoxid) och karbonater (Zinkkarbonat). Bildandet av utfällningar är stark pH-beroende och påverkar i hög grad växttillgängligheten av en rad mineralämnena.

Markens pH påverkas av växtens upptagning av mineralämnena samt av markkemiska och –biologiska processer, nedfall (luftföroreningar) och gödsling. En nettoupptagning av positiva joner kan medföra en sänkning av pH, vilket syns bäst när växten tar upp kväve som ammonium. Nedfall av svavel som sulfat och kväve som kväveoxider sänker pH liksom gödsling med ammonium-sulfat. Gödsling med kaliumnitrat har motsatt effekt. En rad kemiska och biologiska processer, som ingår i markens omsättning av kväve och svavel, påverkar direkt markens pH (Tabell 13). Vid mikrobiell nedbrytning av markens organiska material frigörs CO_2 , som snabbt reagerar med H_2O och H^+ och HCO_3^- produceras. Halten av CO_2 kan vara 10 gånger högre i marken än i luften.

Tabell 13. Transformerings- och upptagningsreaktioner som påverkar pH i marken (Havlin m. fl., 2005)

Process	Reaktion	pH effekt
<i>umol H⁺/mol N el S</i>		
<i>Kväve</i>		
Mineralisering	$R-NH_2 + H^+ + H_2O \leftrightarrow R-OH + NH_4^+$	-1
Denitrifikation	$2 NO_3^- + 2 H^+ \leftrightarrow N_2 + 2,5 O_2 + H_2O$	-1
Ureahydrolys	$(NH_2)_2CO + 3 H_2O \leftrightarrow 2 NH_4^+ + 2 OH^- + CO_2$	-1
NO_3^- -upptagning	$NO_3^- + 8 H^+ + 8 e^- \leftrightarrow NH_2 + 2 H_2O + OH^-$	-1
Immobilisering	$NH_4^+ + R-OH \leftrightarrow R-NH_2 + H^+ + H_2O$	+1
Nitrifikation	$NH_4^+ + 2 O_2 \leftrightarrow NO_3^- + H_2O + 2 H^+$	+2
Förgasning	$NH_4^+ + OH^- \leftrightarrow NH_3 + H_2O$	+1
NH_4^+ -upptagning	$NH_4^+ + R-OH \leftrightarrow R-NH_2 + H^+ + H_2O$	+1
<i>Svavel</i>		
Mineralisering	$R-S + 1,5 O_2 + H_2O \leftrightarrow SO_4^{2-} + 2 H^+$	+2
Sulfatupptagning	$SO_4^{2-} + 8 H^+ + 8 e^- \leftrightarrow SH_2 + 2 H_2O + 2 OH^-$	-2

I marken finns även mängd olika organiska syror. Dessa härrör antingen från växtrotternas aktivitet eller från nedbrytning av organiskt material. Dessa syror kan binda mineralämnena, varvid så kallad kelat bildas. Dessa kelat kan i vissa fall, som för järn gynna, växtens upptagning av mineralämnena, i andra fall missgynna. Hög humushalt bildar otillgängliga Zn- eller Mn-kelat. Däremot ökar tillgängligheten av B vid ökad mängd organiskt material i marken.

Tillgängligheten av kväve och svavel påverkas i ringa grad av pH, förutom vid mycket höga pH-värden då kväve kan försvinna som ammoniak upp i luften. Mängden växttillgängligt Fe, Zn, Cu, Mn, B sjunker med ökat pH. Vid pH-värden över 7 så fastläggs Mn som manganoxid. Tillgängligheten för molybden, som tas upp som den negativa jonen MoO_4^{2-} , ökar kraftigt (10ggr/pH-enhet) med stigande pH upp till. Även upptagningen av selen via negativa selatjoner stimuleras av högre pH.

Många mineralämnena kan antingen stimulera eller hämma upptagningen av andra mineralämnena. Kalcium, Mg och P är de främsta hämmarna av upptagningen av andra mineralämnena. För spårämnen kan höga halter av dessa makronäringsämnen i marken leda till brist i växten, även om halten av spårämnen i marken är normal. Nickel konkurrerar med Zn och Fe och höga halter av Ni kan leda till Zn- och Fe-brist. Magnesium påverkas av halten K och NH_4 , och hög halt av ammonium kan leda till Mg-brist. Mg läcker lättas från lätta jordar, främst vid kaliumgödsling. Kaliumtillgängligheten för växten beror oftast på dess relativa förhållande till Mg och Ca.

Fosfor förekommer främst organiskt bunden i jorden och oorganisk fosfor bundet till mineralet apatit. Halten i markvätskan är låg. Fosfor tas upp i form av olika fosfater, vilka har sin optimala tillgänglighet vid pH 6,5. Vid lägre pH bildas olösliga Fe/Al-fosfater och vid högre pH Ca-fosfater.

Markens innehåll av organiskt material (SOM)

Det organiska materialet är viktigt för många funktioner i marken vilka påverkar markens bördighet. Genom tillförsel av organiskt material tillförs marken humussubstanser, som verkar som bärare av mikronäringsämnen och tillväxtfaktorer. Organiskt material förbättrar även markens förmåga att absorbera mineralämnena genom att höja dess CEC. En ökad humushalt ökar även potentialen för absorptionen av negativa joner främst sulfat. Markstrukturen förbättras också av organiskt material och därmed skapas det ett gynnsammare förhållande mellan markpartiklar, vatten och luft kring rötterna, den så kallade rhizosfären. Även andra biokemiska ämnen, som vitamin B12 via stallgödsel, kan tillföras växten.

Organiskt material är också en viktig energi och näringskälla för markens mikroliv. Tillväxten av bakterier och svampar gynnas, varvid markmikropopulationen ökar. Innehåller det organiska materialet mycket kol och är därmed energirikt, så kommer delar av de växttillgängliga mineralämnena bindas in i mikroorganismerna. Detta kallas för immobilisering och processen är viktig främst för tillgängligheten av kväve och svavel. Både kväve och svavel förekommer främst som negativa joner i markvätskan, vilket ökar risken för urlakning eftersom dessa endast i ringa grad kan absorberas till markpartiklarna, som till största delen är negativt laddade. En immobilisering medför dock att mineralämnena blir otillgängliga för växten tills mikroorganismerna dör. Under perioder med låg tillväxt hos grödan, till exempel tidigt under säsongen, är det gynnsamt med en hög immobilisering för att minska risken för mineralämneshögluster genom läckage. Vid hög tillväxt är det viktigt att immobiliserade

mineralämnen mineraliseras åter genom att mikroorganismerna dör. Detta kan ske senare under växtsäsongen, då mikroorganismerna börjar dö ut på grund av brist på kol. Tillförsel av färskt organiskt material sent under växtsäsongen kan leda till mineralämnesbrister på grund av en kraftig immobilisering. Markens förhållande mellan kol, kväve och svavel, C:N:S, är normalt 120:10:1,4. Svavel immobiliseras vid C:S större än 400:1 och kväve vid N:S större än 40:1. Mineralisering sker vid C:S mindre än 200:1 och N:S mindre än 20:1. Mineraliseringen är temperaturberoende och ökar från 10 °C till 40 °C, vilket beror på att den är beroende av enzym som proteas och arylsulfatas. Svavlets förhållande till kol och kväve är lägre i kultiverade marker än i ängs- och skogsmarker. Detta visar på att S torde vara mer svårmineraliserad än N i dessa jordar, varvid risken ökar för S-brist. Vid intensiv odling av kål- och lökväxter är risken påtaglig och S-brist uppkommer lätt om inte svavel tillförs genom gödsling.

Biologisk integrering

Kväve finns till största delen i atmosfären som kvävgas. För att bli tillgängligt för växter och djur måste kvävet reduceras till ammonium. Detta sker genom kvävefixering som kan utföras av vissa typer av mikroorganismer. Baljväxter lever i symbios med rhizobium som är en kvävefixerande bakterie. Genom att leverera kolhydrater till bakterien erhåller baljväxterna kväve från bakterien. Därmed kan baljväxter leva på marker som är fattiga på kväve. När växt och bakterie dör tillförs marken det fixerade kvävet, varvid markens kväveförråd ökar. Eftersom markens förråd av kväve enbart finns i markens organiska material, så kommer dess kväveförråd helt bero på markens halt av organiskt material. Intensiv odling kommer att sänka halten organiskt material och därmed markens förråd av kväve om inte nytt organiskt material tillförs. Det räcker inte enbart med en tillförsel av kväve för att upprätthålla ett högt kväveförråd i marken utan även kol behövs för att mikroorganismernas skall kunna leva och binda in kväve i organiskt material

Andra mikroorganismer som är viktiga för markens mineralämneslevererande förmåga är mykorrhiza, som är svampmycel. Genom att leva i symbios med växten kan den utöka växtens rotvolym och därmed stimulera upptagningen av mineralämnen genom att dessa förs via mycelet in till växtens rötter. Mykorrhiza kan även skydda mot rotsjukdomar.

Ett ämne som är essentiellt för djur men ej för växter är kobolt, Co. Kobolt ingår i vitamin B12 och produceras av mikroorganismer. Rhizosfären kan innehålla stora mängder B12. Tillförsel av växtmaterial till jorden samt införande av åtgärder som stimulerar förekomsten av mask ökar markens innehåll av vitamin B12. Vitamin B12 liksom en rad andra organiska ämnen kan tas upp passivt av växten. Växtprodukter kan därmed innehålla väsentliga mängder B12. En gödsling av åkermark med organiska gödselmedel ökar också tillgången på vitamin B12 och har i försök visat sig kunna tredubbla halten vitamin B12 i korn och spenat.

Detta belyser hur samspelet mellan olika organismer i ett biologiskt system kan stärka enskilda organismer. En god tillgång på kobolt och B12-producerade mikroorganismer i marken ökar troligen växtens innehåll av vitaminet till gagn för dess konsumenter – människor och växtätande djur. Följfrågan blir hur många till ämnen, producerade av markmikroorganismer, tas upp av växten och påverkar dess tillväxt och produktkvalitet? Kunskapen om detta är mycket bristfällig, men man har sett att mikroorganismer kan producera växthormon som kan tas upp av växtens rötter och påverka dess tillväxt.

Växter kan själv genom att utsöndra olika ämnen via roten ut i marken påverka tillgängligheten av mineralämnen antingen direkt eller indirekt genom att stimulera markens mikroliv.

Som exempel på det förstnämnda kan nämnas vissa växters förmåga att höja tillgängligheten av järn genom att utsöndra syror som sänker pH runt rötterna. Andra växter kan utsöndra ämnen som kan bilda kelat med järn och därmed gör järn mer lättillgängligt. Växtrötterna är också en källa för kol, bland annat i form av kolhydrater, till mikroorganismerna. Ett kornfält kan leverera upp till 2,5 ton kol till marken under en växtsäsong. Genom att stimulera mikrolivet runt rötterna kan rötterna ta var på de mineralämnena som bli mer tillgängliga genom mikroorganismernas verksamhet. Förutom kolhydrater och syror kan rötterna utsöndra en mängd olika substanser som verkar attraherande för mikroorganismer. Bland annat så attraheras rhizobium av flavonoider.

Tillståndet i svensk åkermark: Studie i odling av spannmål

Eriksson m.fl. (1997, 2000) har redovisat data från spannmålsodling där över 3000 markprover från hela Sverige. Resultatet visade på att sambandet mellan halten av makronäringsämnena Ca, K, Mg, och P i spannmålskärna och matjordens egenskaper är svag. Inte ens korrelationen mellan halt av ett och samma ämne i kärna och i mark är särskilt stark, troligen på grund av att nivåerna i marken av dessa ämnen korrigeras genom gödsling och kalkning. För spårelementen är sambandet mark-gröda något starkare, men ändå inte tillräckligt för att man med hjälp av enbart markdata ska kunna förutsäga halterna i grödan på en enskild plats med någon säkerhet. Kadmiumhalten i höstvetete och havre är positivt korrelerad till matjordens Cd-nivå och negativt korrelerad till pH och Mn-halt. Koppar, Ni och Co är de spårelement i kärnan som är starkast positivt korrelerade till lerhalten. Mangan, Zn (negativt) och Mo (positivt) är starkast korrelerade till pH eller pH-relaterade markvariabler. Matjordens humushalt har generellt litet inflytande på ämneshalten i kärnan.

Det fanns tecken på antagonistiska effekter mellan olika ämnen i grödornas upptag. Kaliumupptaget minskade med ökande Mg/K-kvot i marken. Samma effekt fanns av K/Ca-kvot på Ca, Ca/Mg-kvot på Ca, Cd/Zn-kvot på Zn och Cu/Mo-kvot på Mo. Ökad Mg/Ca-kvoten påverkade upptagningen av Mg positivt. I vete minskade Cd-halten med ökad Zn/Cd-kvot i marken. Studien visade även på en svag antagonism mellan P och Se/Cu samt en svag synergism mellan Zn och Mg.

I mineraljordar med upp till 12 % humushalt fanns det en stark samvariation mellan lerhalt och halterna Co, Cr, Cs, Cu, Ni, Pb, Sr, V och Z samt utbytbart Mg, där lerhalten förmodligen är den styrande variabeln. De aktuella spårelementen anrikas i lerfraktionen under jordmånsbildningen, men den aktuella extraktionsmetoden (7M HNO₃) förstärker troligen sambandet eftersom spårelementen extraheras effektivare från finkorniga jordar.

Matjordens C-, N- och S-halter samvarierar. Även Se, Hg och Cd är relativt starkt korrelerade till de humusrelaterade variablerna. Den effektiva katjonsutbyteskapaciteten (CEC_{eff}) styrs mer av lerhalt än av humushalt hos jordar med < 12 % humushalt,

För jordar med mer än 12 % humus i matjorden förstärks vissa av de korrelationer som också finns i de humusfattiga jordarna. CEC_{eff} bestäms i hög grad av humushalten och är starkare korrelerad till N-halt än till C-halt. Kalciumhalten är mycket starkt positivt korrelerad till CEC_{eff} (r=0,98). Bor och Sr är positivt korrelerade till pH, CEC_{eff} och Ca, Se och H till humus och Cd till humus och ler. Det finns en lägsta gräns för humushalten, vilken är ca 1,3 % i svagt leriga sandjordar och ca 2,6 % i en lerjord med 50 % ler. Troligtvis är förklaringen att stabilisering av humusen genom lerorganiska komplex med mera ökar med lerhalten.

Halterna av mineralämnena i svenska åkermarker är inte speciellt låga och det är svårt att säga att jordarna generellt skulle innehålla låga halter spårämnen (Tabell 14). I de uppländska jordarna finns det till och med en risk för att zinkhalterna är för höga för att kunna tillåta tillförsel av rötslam. Detta synes märkligt vid en jämförelse med Kirschmans resultat som visade på sjunkande halter av zink i vete. Halten Zn låg dock fortfarande inom spannet för normalhalt (25-50 mg/kg).

Tabell 14. Halt per jordens torrsubstanshalt, mg per kg samt högsta tillåtna halt i marken för tillförsel av rötslam (Alloway, 2004; Eriksson m.fl., 1997; Kabata-Pendias; 2001)

Element	Svenska jordar		Globalt	Högsta tillåtna halt	
	Medeltal	Variation	Normalt	Sverige	EU
<i>Arsenik, As</i>	4,0	<0,1 – 78,9	<1 - 95		10 – 50
<i>Bly, Pb</i>	17,1	3,3 – 402,5	3 - 189	40	50 – 300
<i>Bor, B</i>	0,41	<0,04 – 9,92	1 – 467		25 - 100
<i>Cesium, Cs</i>	2,5	<0,1 – 13,8			
<i>Kadmium, Cd</i>	0,23	0,02 – 2,83	0,01 – 2,5	0,4	1 – 5
<i>Kobolt, Co</i>	6,4	<1,0 – 38,8	0,1 – 70		50
<i>Koppar, Cu</i>	14,6	1,1 – 102,1	1 – 205	40	30 – 140
<i>Krom, Cr</i>	20,5	1,3 – 71,9	1,4 - 1300	30	
<i>Kvicksilver, Hg</i>	0,043	<0,01 -0,591	0,05 – 0,3	0,3	1 – 5
<i>Mangan, Mn</i>	422	18 – 6209	270 – 525		
<i>Molybden, Mo</i>	1,28	0,06 – 96,68	0,013 – 17		10
<i>Nickel, Ni</i>	12,5	0,7 – 110,1	0,2 – 450	30	20 – 75
<i>Selen, Se</i>	0,31	<0,05 – 13,34	0,005 – 3,5		10
<i>Strontium, Sr</i>	26,0	3 – 299			
<i>Vanadin, V</i>	36,0	2 – 285	18 – 115		150
<i>Zink, Zn</i>	59,0	5 – 223	17 – 125	75	100 - 300
<i>Fosfor, P</i>	820	180 - 4790	200 – 5000		
<i>Kväve, N</i>	3000	300 - 41000			
<i>Svavel, S</i>	470	50 – 10590	30 – 10000		

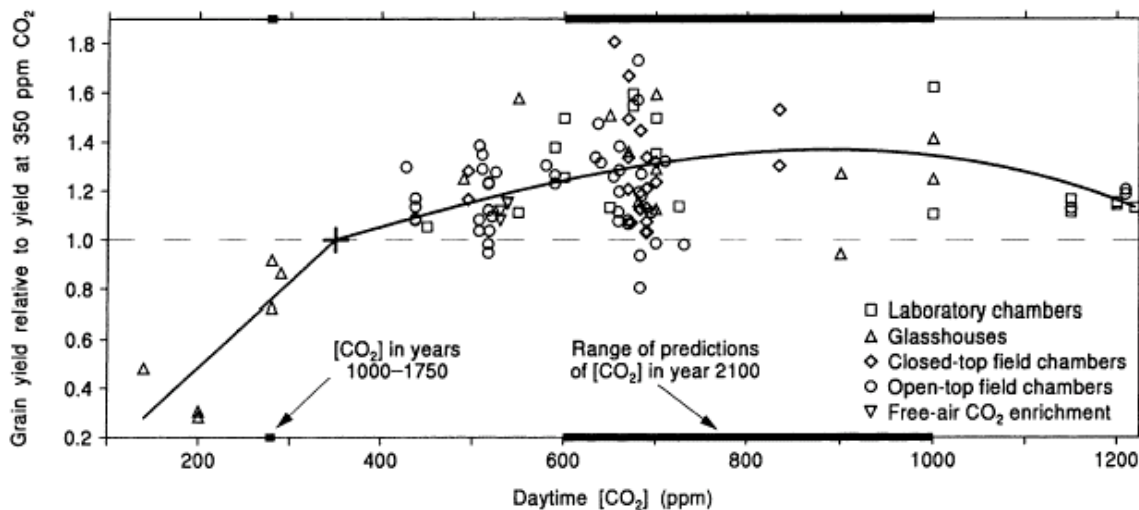
Åtgärder som kan påverka växtproduktens kvalitet

De i rapporten redovisade studierna visar på att brist av ett antal näringsämnen förekommer i vår kost och att dessa brister torde beror på en mindre näringstät kost. Det finns många troliga orsaker till att näringstätheten har sjunkit. För mineralämnena torde dessa orsaker främst vara en utarmning av våra jordar genom en lång tids intensiv växtodling baserad på ensidig försörjning av grödan med kväve, fosfor och kalium via NPK-gödselmedel. Under senare år har risken för brist på svavel och magnesium samt vissa mikronäringsämnen såsom mangan diskuterats och ovanligt är inte att brister på spårämnen avhjälps via bladgödsling. Dessa ämnen är långt ifrån de antal grundämnen samt organiska ämnen som är viktiga för däggdjurens hälsa och existens och som sällan diskuteras inom växtodling.

Andra viktiga troliga orsaker ett försämrat näringsinnehåll är växtförädlingens inriktning mot högproduktiva sorter och en lägre tillförsel av organiskt material till jordarna och därmed ett sämre mikroliv i marken.

Växthuseffekten och produktkvalitet

Ett annat problem som med största sannolikhet kan ha inverkat på grödans innehåll av näringsämnen är växthuseffekten. Den ökade koldioxidhalten i luften inverkar inte enbart på jorden temperatur, utan den påverkar även direkt växtens möjlighet att binda in CO_2 via fotosyntesen. En ökad fotosyntes ökar tillgången på kolhydrater i växten och finns det enbart tillräckliga mängder av mineralämnena, främst makronäringsämnen, så kommer tillväxten att stimuleras. Enligt figur 8, som bygger på en mängd studier med höjda koldioxidhalter, visar att en höjd halt av CO_2 i luften ökar skörden. I jämförande svenska sortförsök i början av 1980-talet uppvisade gamla och nya sorter relativt lika produktionsförmåga. Däremot hade de äldre sorterna betydligt lägre skördar vid samma kvävegiva i gamla försök från 1940-talet (Gunnarsson, 1985). Stor del av skillnaden torde kunna härledas till en ökad koldioxidhalt. För att grödan skall kunna ta tillvara på den ökade produktionsmöjligheten som en CO_2 höjning har medfört, har det krävts att en ökad gödsling. Resultaten pekar dock på att andra mineralämnena, främst spårämnen har minskat i grödan. Detta betyder att växtens förmåga att ta upp mineralnäringsämnen, eller odlingssystemets förmåga att leverera mineralnäringsämnen, ej har hängit med i den ökade produktionskapacitet som den höjda koldioxidhalten har medfört. I slutändan medför det att växtens mineralämnehalt späds ut, och förhållandet mineralämnena/energi i livsmedlet sjunker, vilket kan leda till mineralämnesbrist.



Figur 8. Effekt av ökad CO_2 -halt i luften på veteskörden jämfört med skörd vid 350 ppm (Amthor, 2001).

Typ av gödselmedel

Spårämnen är viktiga för en rad enzymatiska reaktioner i växten. Generellt så ökar halten av de flertal vitaminer i växten vid god tillgång på spårelement. Av denna anledning torde det ur ett kvalitativt perspektiv framför allt vara viktigt att tillse att grödan erhåller tillräckliga mängder av de spårämnen som är livsnödvändiga för växten. Därutöver tillkommer det, om växtprodukten skall anses var fullvärd för djur och människor, att en adekvat tillförsel sker av de spårämnen som är essentiella för djur och människor. Härvid gäller det att skapa goda förutsättningar för att en tillräcklig upptagning av spårämnen skall kunna ske.

En förutsättning för detta är att markens förråd av spårämnen ej utarmas genom ensidig gödsling. Detta sker bäst genom att tillföra olika former av organiskt material. Att skapa fullgödselmedel i form av handelsgödsel kan i längden bli kostsamt, då dessa fullgödselmedel torde behöva innehålla upp emot 25-30 olika mineralämnena. Vid tillförsel av organiska

gödselmedel måste man ha kontroll på att dessa inte är kontaminerade med skadliga tungmetaller, främst kadmium, bly och kvicksilver.

Organiskt material ger inte enbart en god tillförsel av spårämnen utan påverkar även markens struktur och dess pH positivt. Det ger också en porösare markstruktur med bättre vattenhållande förmåga, vilket gynnar växtrötternas tillväxt och utbredningen, vilket i sin tur gynnar upptagningen av ett antal spårämnen. Marken pH stiger oftast efter gödsling med organsikt material och en försurning av marken förhindras därmed. Detta medför att kalkning kan undvikas, vilket torde vara gynnsamt för markens innehåll av lättillgängliga spårämnen. Anledningen är att kalcium tillsatt genom kalkningsmedlet inte enbart tränger ut vätejoner och aluminiumjoner från markpartiklarnas laddningar utan även andra joner kommer att trängas bort och risken för läckage av dessa joner ökar.

Utöver nämnda effekter kommer en tillförsel av organiskt material stimulera markens mikroliv. Rätt tidpunkt för tillförsel av det organiska materialet kommer att kunna medföra en jämnare och bättre leverans av mineralämnen till grödan under växtsäsongen. Dock är kunskapen om hur detta skall ske för olika grödor fortfarande bristfällig och mer studier behövs. En annan fördel är att markens halt av svavel torde öka, främst den mängd som är bunden i markens humus. En ökad andel av svavel i humusen kommer i längden troligen gynna en högre mineralisering av svavel och därmed minska risken för S-brist.

Genom att många av makronäringsämnena, främst K, Ca och P, som både finns i stora mängder i marken och som man gödslar med regelbundet, hämmar upptagningen av Mg och flertalet spårämnen, borde man överväga en neddragning av gödselintensiteten för dessa ämnen. Fosforhalterna i våra åkermarker anses redan i dag vara höga och risken för läckage av fosfor är stor. Någon brist på fosfor föreligger knappast i vår kost i dag och halterna i grödorna är tillfredställande. Däremot tycks det förkomma en allvarlig brist på bland annat zink. En minskad fosforhalt i marken torde kunna förbättra upptagningen av zink och därmed hölja kvaliteten på jordbruksprodukter.

Andra åtgärder

Val av gröda är viktigt avseende produktens kvalitet. Innan man väljer gröda bör man fråga sig vilken typ av kvalitet man eftersträvar – näringsrik eller energirik. Rotfrukter, frukter och frön är oftast energirikare än blad och blomställningar. För att erhålla en hög energimängd bör grödan odlas länge, medan högst näringsinnehåll oftast uppnås i unga plantor eller organ. Ungdomar som oftast är behov av mer energi än äldre behöver energirika produkter medan äldre är i större behov av näringsrikare produkter. Intressant vore att skapa en marknad för primörer med högt näringsinnehåll till äldre och till förebyggande hälsovård.

Även valet av sort kan bli avgörande för den slutliga kvaliteten på produkten. Det är viktigt att välja en sort med stort rotsystem. Dock har växtförädlingen missgynnat roten till fördel för skottet och ett högt skördeindex. Innan man väljer sort bör man ta reda på sorternas förmåga att ta upp främst spårämnen. En sorts förmåga att ta upp spårämnen kan skilja sig markant från andra sorter

Slutvärdering

Inom dagens växtförädling har inte grödornas näringsvärde beaktats. En orsak kan till exempel vara dålig kunskap om syntesen av sekundära ämnen och dess verkan hos växter,

djur och människor. Om förädling har skett har den endast varit inriktad på ett för industrin intressant ämne eller resistensförädling.

Ur ett samhälligt perspektiv kan en sådan utveckling inom jordbruket, som prioriterar syntesen av billiga ämnen, leda till skadliga effekter på konsumenten. För att skydda sig mot brister i produktens sammansättning av viktiga ämnen utnyttjas farmaceutiska produkter, både i koncentrerad form och som tillskott i livsmedlen. En fortsatt utveckling i denna riktning kan leda till oanade samhälliga konsekvenser om man ser till konsumentens hälsa och samhällets energiutnyttjande. Dålig kost kan försämra människans hälsa, t.ex. sämre immunförsvar, ökad mängd allergier och fler cancerfall, och därmed dess arbetsduglighet. För att ta hand om den försämrade hälsan krävs ökade insatser inom sjukvård och ett större utnyttjande av farmaceutiska produkter. Både sjukvården och läkemedelsindustrin kräver stora mängder energi, främst genom fossila bränslen. M.a.o. vi utnyttjar lagrad energi i form av fossila bränslen för att producera en protein och energirik kost, utarmad på viktiga hälsobefrämjande ämnen. För att sedan rätta till bristerna i livsmedlen genom en energikrävande produktion av essentiella ämnen via läkemedelsindustrin. Enligt Lundegårdh (1995) behöver denna komplettering av bristen av ämnen i livsmedlet ej vara tillräckligt, utan i dag okända obalanser kan uppkomma, skadliga för konsumenten. M. a. o. borde det vara billigast för samhället om jordbruket direkt genom ett effektivt utnyttjande av solenergin producera god och hälsobefrämjande föda, så välbalanserad så att någon komplettering av ämnen ej behövs vid förädling av produkten. Detta kan uppnås om jordbruket, i stället för att stirra sig blind på att höja skördarna, går inför att producera produkter av hög kvalitet, både nutritionellt och hälsofrämjande. Kriterierna för denna kvalitet får sedan avgöra vilken skördenivå som maximalt kan erhållas, utan att kvaliteten försämras.

Gykokemiskt index och brixvärde för kvalitetsmätning

Intresset för att kunna mäta en produkts kvalitet är stor bland både producenter, grossister och handeln. Dock är det svårt att med endast en metod avgöra en produkts näringskvalitet. Näringsämnen är antingen positivt eller negativt korrelerade med varandra eller oberoende av varandra. Förhållandet näringsämnen emellan är både genetiskt betingat och miljöbetingat och varierar beroende på växtorgan (frö, blomma, blad, stam, rot eller knöl). I vetekärnor till exempel så sjunker halten karotenoider (provitamin A) medan halten tokoferoler (vitamin E) ökar under mognadsfasen. Hos bland däremot finns det ett positivt samband mellan dessa ämnen. Det finns också ett negativt samband mellan en vävnads kolhydratinnehåll och dess näringsinnehåll.

I dag finns det två mått som används för att bedöma någon form av kvalitet på livsmedel. Dessa är Glykemiskt index (GI) och BRIX-värde. Båda måttenheterna är korrelerade till livsmedlens innehåll av kolhydrater.

Glykemiskt index är en metod för att försöka jämföra hur snabbt kolhydrater i olika livsmedel bryts ned. Kolhydrater bryts ned olika snabbt beroende på kemisk uppbyggnad, innehåll av kostfibrer, finfördelning och förädling. Ju längre kedjorna med sockermolekyler (monosackarider) är i kolhydraterna desto längre dröjer det att bryta ner och absorbera dem. Polysackarider (mångfaldigt socker) som stärkelsen i grönsaker eller frukt når fram till blodet senare än monosackarider som druvsocker eller maltodextrin. På så vis är de olika kolhydraterna aktiva i ämnesomsättningen vid olika tidpunkter.

Före och under belastningen är lätt upptagbara kolhydrater med korta kedjor (maltodextrin/druvsocker) idealiska. De tas snabbt upp i blodet utan att onödigt belasta matsmältningen. För

tider utan belastning lämpar sig kolhydrater med långa kedjor bättre eftersom de vid upptagningen i blodcirkulationen endast bidrar till en låg insulinproduktion. En hög insulinproduktion vore negativ eftersom insulin omvandlar outnyttjad energi till fett och blodsockerhalten på så vis sänks igen. Detta sker inte med de komplexa kolhydraterna. Blodsockerhalten bibehålls längre på en hög nivå. Intresset för GI är stort bland idrottsmän och viktig för de som har diabetes.

BRIX-värdet är ett värde på brytningsindex i en vattenlösning av ett livsmedel, till exempel juice av en frukt. BRIX-värdet anger halten av enkla sockerarter i lösningen. Värdet används av juice-, vin- och sockerindustrin för att mäta ungefärlig mängd socker i lösningar, som är relaterat till upplevd sötma. Mer än 50% av Brix-värden är oftast relaterat till mängd socker i vattenlösningen. Andra vattenlösliga ämnen i ett livsmedel kan påverka BRIX-värdet, men bara i mindre utsträckning. BRIX-värdet är alltså inte ett mått på hur mycket vitaminer, mineraler, protein och fibrer det finns i ett livsmedel. Dessa näringsämnen måste mätas med helt andra metoder. I de vetenskapliga studier där Brix-värdet har använts korrelerar värdet främst med halten av sockerarterna glukos, fruktos och sackaros. Många mineralämnen korrelerar svagt eller till och med negativt mot BRIX-värdet.

Handelns och grossisternas syn på livsmedelskvalitet och hälsa

Detta avsnitt är en sammanfattning av ett möte med representanter från COOP och ICA. Representanterna ansåg att det vore bra om folk ej behövde komplettera sitt näringsintag med tabletter som ”en om dagen”. De vill kunna försäkra konsumenten att de livsmedel som de levererar ger det dagliga behovet av mineral och vitaminer som rekommenderas av Livsmedelsverket och som utgår ifrån dagens kostrekommendationer.

Det ansågs viktigt att kunna kvalitetssäkra i livsmedlen utifrån bland annat deras innehåll av n-3/n-6-fetter. Fiskfetter nämndes som viktiga i detta sammanhang. Kvalitetssäkring torde kunna göras redan i dag avseende

- Foderdokumentation för kött, ägg och mejeriprodukter
- Skördetidpunkt
- Transporter och lagring samt näringsförluster under dessa förhållanden

Som exempel nämndes potatiskvalitet; kunden vill ha tvättad potatis, men ca 50 % av potatisen gallras ut p.g.a. skador (25 % hos bonden och 25 % i handeln). Intresse fanns för att införa en form av premiummärkning, vilket skulle garantera en lägsta nivå för näringsinnehållet i frukt och grönsaker. Därmed vore det viktigt att kunna bedöma förändringen i näringsinnehåll vid skörd och efter lagring. I detta sammanhang blir det också viktigt att från producenten erhålla information om när produkten skördades och om den var mogen eller ej vid skördetidpunkten.

Representanterna var besvikna på slogan ”Svenskt är bra”, vilken de ansåg saknade värde. Någon säker garanti för att svenska produkter skulle vara bättre än utländska ansågs inte finnas. Till exempel Irland har ett bättre kvalitetssystem än Sverige för kött. Fågelbranschen är dock ett undantag, främst på grund av salmonellaproblematiken. Viktiga kvaliteter för kött och fågel ansågs vara

- Hygien
- Utfodring

- Djurhållning, djuromsorg

Hos Ica har bland annat leverantören alltmer en skyldighet att göra pesticidkontroller och mikroorganismkontroller. Livsmedlens innehåll av tungmetaller är en annan viktig kontroll som borde införas mer regelbundet. Sensoriska bedömningar efterlyses. Allmänt ansåg man att det föreligger stora smak-variationer mellan sorter, vilket borde komma fram vid marknadsföringen av de olika sorterna. Eftersom smakpreferensen varierar mellan personer hade man som förslag att någon form av liknande smakbedömningssystem som hos viner borde kunna införas på bland annat frukter. Oftast saknas det bra information om viktiga näringsämnen i olika produkter, bland annat behövs det bättre information om järn (Fe), selen (Se), magnesium (Mg) och folsyra. Dokumentationen kring folsyra är dålig.

Handeln ansåg också att det var viktigt att producenter/grossister styrde mot en bättre produktplacering, t.ex. 3 sorters äpplen/paket. Någon typ av näringsvärdesförsäkran behövs, förslagsvis genom att införa den tidigare nämnda idén om premiumklasser. Ett sådant budskap förstår konsumenten. Bättre dokumentation kring köttkvaliteten från olika raser behövs också. Man efterlyser kött för bra ätkvalitet - sensorisk kvalitet, blodig och mör. Erfarenhetsmässigt så finns det stora skillnader mellan kött och kött. Hysterin kring fett i kött anses ha försämrat köttets smak mm samt gett torrare kött.

Det är viktigt att komma ihåg att både ICA och COOP finns på en nordisk marknad. Därmed blir det viktigt att produkterna klarar hanteringen inom livsmedelskedjan. Det är också viktigt att näringsinnehållet bibehålls via god lagring och hantering.

Handeln ser nödvändigheten av en rad förbättringar inom livsmedelskedjan. En kartläggning av både pesticid- och näringsinnehåll i våra livsmedel behövs, liksom mer information om mögelproblem, främst avseende torkade frukter, foder och spannmålsprodukter. Denna information är viktig för konsumenterna enligt handeln. Även bättre information om GMO borde tas fram.

Information om sort och ras är viktigt för handeln. Paketeringen hos grossisten bör därmed förbättras genom att information tillförs på produkten om till exempel sort, näringsinnehåll mm. Handel ser att förädlingsföretagen borde kunna ta mer hänsyn till näringsinnehållet vid förädling mot nya sorter och raser.

Avseende mervärden, alltså andra värden än näringsinnehåll, hos råvaran så ökar intresset inom handel och hos konsumenten. Handeln efterlyser en hälsokommunikation mellan konsument, handel och LRF. Idag spretar kommunikationen mellan dessa. Bland annat behövs det information om vad konsumenten kan göra hemma för att bibehålla produkternas näringsvärde.

Intressant är att ge bättre information om säsongsbundna produkter, alltså produkter som är tillgängliga när de naturligt skall finnas marknaden. Information som är av intresse är vilket näringsinnehåll produkten har beroende på skördetidpunkt, odlingsområdet etc. Alltså när (bland annat skördetidpunkt) är produkten som bäst ur ett näringsperspektiv. Handeln vill sälja bra basprodukter.

Storhushållens syn på behovet av protein, kolhydrater, mineralämnen, vitaminer etc. hos dem som skall äta maten bör revideras. Till exempel borde man servera unga purjolökar (primörer) till äldre personer och äldre purjolökar till yngre personer. Detta eftersom yngre purjolökar är

mineralrikare än äldre, medan äldre purjolökar har ett högre energivärde samt en högre proteinhalt jämfört med mineralämnehalt. Det senare är viktigt för yngre som har stort behov av energi och protein. Äldre växtdelar har troligen en lägre halt av främmande toxiska ämnen genom att dessa har späts ut när biomassan har ökat.

Glykokemiskt index anses inte ha något värde för handeln. Andra åtgärder som är betydligt viktigare för hälsan är införandet av bra fullkornsprodukter. Fullkornprodukter får ett allt större intresse och är näringsrikare än andra cerealieprodukter.

Vetenskaplig dokumentation avseende olika livsmedels inverkan på vår hälsa är viktigt att erhålla. Önskvärt vore att någon form av nätverksorganisation mellan LRF och handeln tog fram ett vetenskapligt underlag till varför vissa produkter borde väljas av konsumenten framför andra produkter avseende produkternas näringsinnehåll. Till exempel att det anses viktigare med fisk för att tillfredställa behovet av n-3 fetter och DHA än andra fettrika produkter.

Riskerna med mekaniska skador på produkterna vid upptagning och hantering borde utredas grundligt. Med andra ord borde vikten av att vårda våra livsmedelprodukter kunna framhållas betydligt bättre, till exempel risken med förhöjda halter av furokumariner i palsternacka vid skada.

Det är viktigt att utveckla kontraktsodling ännu mer och framhålla att Sverige är bäst på rotfrukter. Detta borde kunna marknadsföras genom att anlita kokkar för att visa vad man kan göra med svenska grönsaker.

Slutligen ansåg handelns representanter att en kvalitetssäkring för småskalig produktion borde utvecklas – Kvalitet är en helhet!

Appendix

Appendix I. Olika samband mellan näringsämnen och sjukdomar.

Tabell A sammanfattar styrkan för bevisning av samband mellan kost/näringsämnen och utveckling av sjukdomar (WHO, 2003). + = minskad risk, 0 = ingen effekt, - = ökad risk; Antal +, 0 eller - anger hur stark bevisningen är: 4 = övertygande, 3 = mycket trolig, 2 = möjlig, 1 = osäker; e = emaljförstörande, k = karies, p = periodontal sjukdom (skador i tandfästet).

Tabell B sammanfattar de symptom som uppkommer vid brist på olika vitaminer, mineral och spårämnen.

Appendix II. Innehållet av näringsämnen i olika råvaror (Näringstabeller, Livsmedelsverket).

Tabell A visar innehållet i olika växtorgan uttryckt som vikt per 100 g friskvikt.

Tabell B visar innehållet i olika växtorgan uttryckt som vikt per 100 g torrsvikt.

Tabell C visar innehållet i skördeprodukten från olika kålväxter uttryckt som vikt per 100 g friskvikt.

Tabell D visar innehållet i skördeprodukten från olika kålväxter uttryckt som vikt per 100 g torrsvikt.

Tabell A.

	Fetma	Typ 2 diabetes	HKS	Cancer	Tand-sjukdom	Benskörhet
Energi och fett						
Mättade fettsyror		----				
Transfettsyror		--	-----			
Kolesterol			----			
Växtsteroler och stanoler			+++			
Fett rikt på laurinsyra			--			
Myristinsyra			-----			
Palmitinsyra			-----			
Stearinsyra			0 0 0			
Oljesyra			+++			
Linolsyra			++++			
n-3-fettsyror		++		+ (+)		
α-linolensyra			+++			
Eikosapentaensyra, EPA			++++			
Dokosaheptaensyra, DHA			++++			
Kolhydrater			--			
Högt intag av NSP (växtfibrer)	++++	+++	+++	+ (+)	++ k	
Fritt socker					----- k	
Stärkelse					0 0 0 0 k	
Lågt glykemiskt index	++	+++				
Kväveföreningar						
Protein	0 0					-- *
Heterocykliska aminer			+	- (-)		++++
Nitrosaminer				- (-)		
Vitaminer						
Antioxidanter					+ p	
Vitamin C			+	+ (+)	++++ p	
Vitamin D				+ (+)	++++ e	++++
Vitamin E		+		+ (+)		
Folsyra			+++	+ (+)		
Vitamin E-tillskott			0 0 0 0		0 p	
β-karotentillskott			--			
Mikronäringsämnen	++++					
Mineralämnen						
Högt natriumintag			-----			--
Kalium			++++			
Kalcium			+	+ (+)		++++
Hypokalcemi					- e	
Magnesium		+	+			
Fosfor						0 0
Fluorid					++++ k	0 0 0
Krom		+				
Järn			-			

Appendix I

	Fetma	Typ 2 diabetes	HKS	Cancer	Tand-sjukdom	Benskörhet
Zink				+ (+)		
Selen				+ (+)		
Icke nutritionella växtkomponenter						
Flavanoider			++	+ (+)		
Fytoöstrogener (Isoflavoner)				+ (+)		
Alliumföreningar (lökväxter)				+ (+)		
Liganer				+ (+)		
Toxiner						
Aflatoxiner				-----		
Mejeriprodukter						
Hård ost					+++ k	
mjölk					+ k	
Kost						
Högt intag av energität kost	----					
Konserverat kött				----		
Högt intag av fett		--				
Fisk och fiskolja (EPA och DHA)			++++	+ (+)		
Saltkonserverad mat och salt						
Saltad fisk (på kinesiskt vis)			-----			
Frukt och grönsaker		+++	++++			++
Hel frukt					0 0 0 k	
Läsk och fruktjuicer	----		----			
Fullkornsprodukter			+++			
Sockarfria tuggummin					+++ k	
Nötter			+++			
Sojaprodukter			++	+ (+)		++
Animaliskt fett				- (-)		

+ = minskad risk, 0 = ingen effekt, - = ökad risk; Antal +, 0 eller - anger hur stark bevisningen är: 4 = övertygande, 3 = mycket trolig, 2 = möjlig, 1 = osäker; e = emaljförstörande, k = karies, p = periodontal sjukdom (skador i tandfästet).

Tabell II.

Vitamin/mineral/spårämne	Bristsymtom
Vitamin A (retinol)	Nattblindhet, xeroftalmi. Tillväxthämning
Vitamin D (kolekalciferol)	Rakit (barn), osteomalaci (vuxna). Kramper
Vitamin E (tokoferol)	Neurologiska symtom. Myopati
Vitamin K	Ökad blödningsbenägenhet
Tiamin (vitamin B ₁)	Beriberi. Wernicke-Korsakoffs syndrom
Riboflavin (vitamin B ₂)	Munvinkelragader, seborroisk dermatit
Niacin	Pellagra (dermatit, diarré, demens)
Vitamin B ₆ (pyridoxin)*	Kramper, psykiska symtom, hudförändringar
Folat (folsyra)*	Megaloblastisk anemi. Missbildningar
Vitamin B ₁₂ (kobalamin)	Megaloblastisk anemi. Neurologiska skador
Biotin	Trötthet, illamående, dermatit
Pantotensyra	Parestesier
Vitamin C (askorbinsyra)	Skorbut (skörbjugg)
Kalcium	Osteoporos, kramper
Fosfor	Muskelsvaghet, dålig aptit, illamående, urkalkning av skelettet
Magnesium	Muskelsvaghet, kramper
Natrium (koksalt)	Hypovolemi (trötthet, kramper)
Kalium	Muskelsvaghet, arytmier. Depression, konfusion
Järn	Anemi
Zink	Tillväxthämning, försämrad sårhäkning
Jod	Struma, hypotyreos
Selen	Kardiomyopati
Koppar	Anemi, leukopeni, skelettdefekter

1. Det föreligger ett samband mellan brist (lågt intag) och aterosklerosutveckling.