

MILJÖMEDICIN

**Kost, Fetter, Kolhydrater, Energi
Syreradikaler, Antioxidanter
Allergier, Hälsorisker**

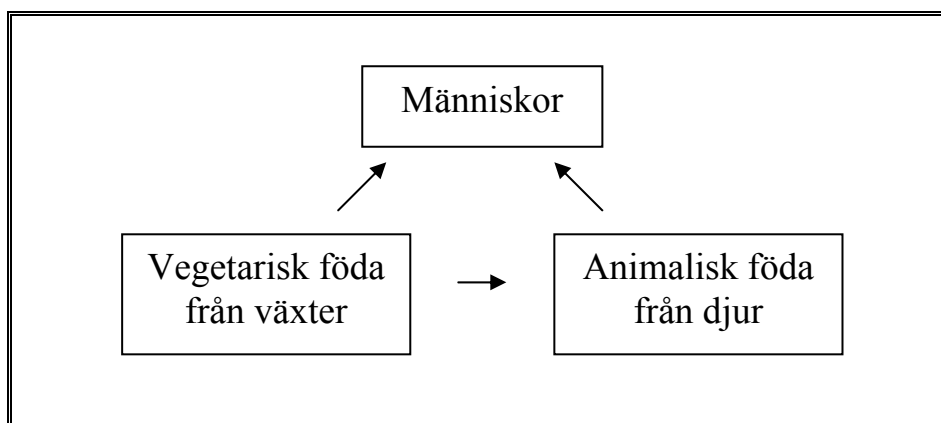
De totalt största kemiska hälsoriskerna är kopplade till kosten som därför står i centrum för detta avsnitt. Författaren har under de senaste fem åren verkat inom detta område och skrivit ett stort antal nätpublicerade artiklar.

Dokumentet svarar mot kap 9 (8 s) i kursboken Kemisk Miljövetenskap. Boken publiceras under 2008 på nätet i tolv delar som alla nås via denna översiktslänk.

<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/72639.pdf>

Göran Petersson, Professor i Kemisk Miljövetenskap
Kemi- och Bioteknik, Chalmers, 2008

EKOLOGISK MEDICIN



Vår naturliga föda

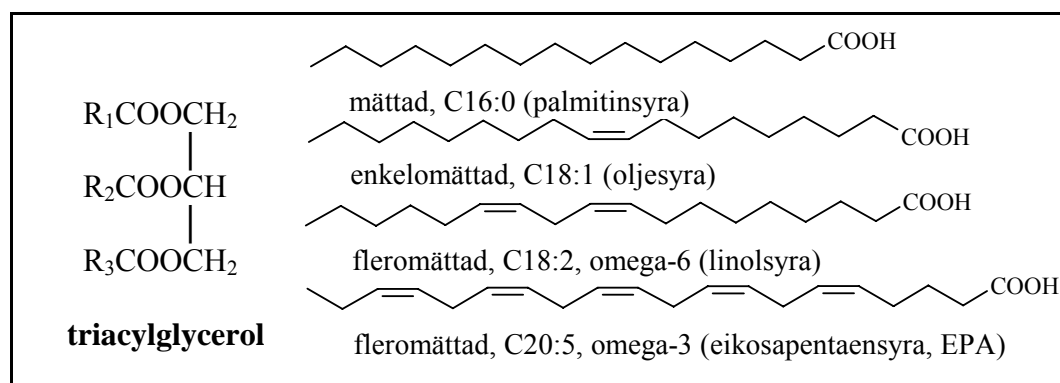
Ekologisk medicin sätter in vår hälsa i ett ekologiskt – biokemiskt perspektiv. Födan är då av särskilt intresse eftersom den mängdmässigt dominerar vår exposition för komplexa kemiska ämnen samtidigt som den ger en direkt ekologisk koppling till andra organismer.

Stenålderskosten: Biologiskt och genetiskt är kan vi ses som stenåldersmänniskor anpassade till *den paleolitiska kosten* för mer än tiotusen år sedan. Inom ekologisk medicin ses detta som en viktig ledstjärna för vårt kostval.

Vegetarisk och animalisk föda: Människan har en flexibel matspjälkning och en metabolism som gör att vi kan utnyttja både vegetarisk och animalisk föda. De flesta av våra förfäder har utnyttjat en kombination, men även vegetarianer och naturfolk med enbart animalisk föda kan klara sig bra.

Födottillredning: Biologiskt är människan liksom andra konsumenter anpassad till obearbetad föda tagen direkt från naturen. Behandlingar som raffinering, stekning och kokning kan göra vissa födoämnen mer tillgängliga och eliminera vissa kemiska försvarssubstanser. Samtidigt försvinner oftast viktiga näringsämnen och kosten får ofta en sammansättning som vi inte är ekologiskt anpassade till.

Basbehov: Människan är för sin existens helt beroende av tillgång på luft (ca 10 kg per dygn), vatten (2 kg per dygn) och fast föda (1/2 kg per dygn). Vårt ekologiska beroende illustreras av att utan detta överlever vi ungefär bara 5 min, 2 veckor respektive 3 månader.



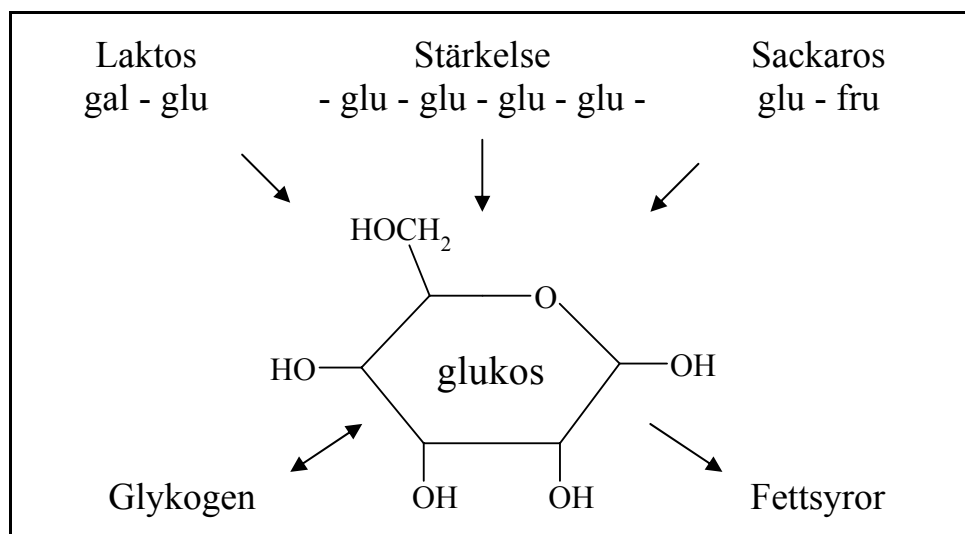
Lipider

Fetter (lipider) utgör människans och djurens viktigaste uthålliga energikälla och energireserv. Figuren ger exempel på viktiga fettsyror av olika slag. Antal kolatomer och dubbelbindningar anges ofta som exemplen visar. Bland de mättade fettsyrorerna dominerar C16:0 och C18:0 och bland de omättade oljesyra (C18:1) och linolsyra (C18:2).

Triacylglyceroler: Naturens lipider utgörs främst av triglycerider (triacylglyceroler), dvs glycerol med tre esterbundna fettsyror. Fettsyror avspaltas enzymatiskt för transport genom membraner och innan de metaboliseras.

Mättat och enkelomättat fett: Från födseln är vi anpassade till *mjölkfett* med likartat stora delar mättade och enkelomättade fettsyror. Som vuxna får vi fettsyror i likartade proportioner med mjölkfettsprodukter och annat animaliskt fett från landdjur. Energimetabolismen bygger på mättade fettsyror, men enkelomättade överförs enzymatiskt till mättade. Med användning av palmolja har nu även vissa margariner m fl vegetabiliska fetter fått en mjölkfettliknande sammansättning. Bland viktiga vegetabiliska fetter har palmolja en hög andel mättat fett. Rapsolja och olivolja har en hög andel enkelomättat.

Fleromättat fett: Vi behöver små mängder av fettsyror av typ *omega-3* och *omega-6*. Dessa har en yttersta dubbelbindning vid tredje respektive sjätte kolatomen från kolkedjans slutända. Fröolja från sädeslag och särskilt från grödor som majs har ett högre innehåll av omega-6. Ett minskat intag av omega-6-rika fröolja och margariner svarar bättre mot den paleolitiska kosten. Däremot innehöll stenålderskosten mer av de viktiga *fiskfettsyrorerna* EPA (C20:5) och DHA (C22:6, dokosaheksaensyra) av typ omega-3. Vegetariskt omega-3 (C18:3) utgörs främst av α -linolensyra som bara delvis omvandlas till EPA och DHA enzymatiskt.



Kolhydrater

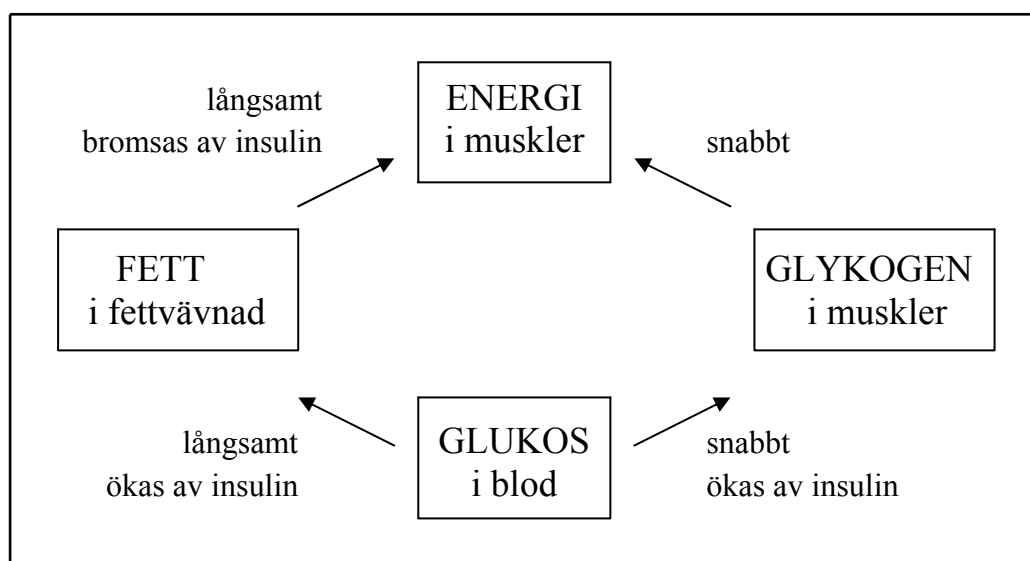
Kolhydrater innefattar monosackarider, disackarider och polysackarider med en, två och flera sockerenheter. Den viktigaste monosackariden är glukos som bildas från stärkelse i livsmedel vid matspjälkning.

Sockrets ekologiska roll: Vanligt socker utgörs av disackariden *sackaros* som vi spjälkar till de två monosackariderna *fruktos* och *glukos*. I frukter finns ofta även fruktsocker (fruktos) och druvsocker (glukos). Ekologiskt attraherar frukternas socker konsumenter som assisterar med fröspridning. Konsumenternas sinne för söt smak vägleder till frukterna som bjuder bl a på antioxidanter som skyddar både frön och konsumenter.

Sockerfaran: Industriell framställning av socker från sockerrör och sockerbetor har lett till ett hundrafalt ökat hälsovådligt sockerintag. Våra förfäders hälsomässigt adekvata smaksinne har i vårt sockeröverskott medverkat till hälsoproblem som fetma och diabetes.

Stärkelse: Dagens kost innehåller mycket mer av lättspjälkad stärkelse än stenålderskosten. Livsmedel som *bröd*, *ris*, *pasta* och *potatis* fanns inte då. Dessutom är nu de stärkelsebaserade livsmedlen ofta mer raffinerade, finfördelade och uppvärmda vilket snabbar upp spjälkningen till glukos. Ekologiskt är vi anpassade till komplexa kolhydrater som spjälkas långsamt.

Glykogen: Glukos kan vi och djuren energilagras via uppbyggnad av den stärkelseliknande polymeren glykogen. I muskelceller möjliggör detta hög energiutveckling under kort tid upp till ett par timmar.



Energibalans

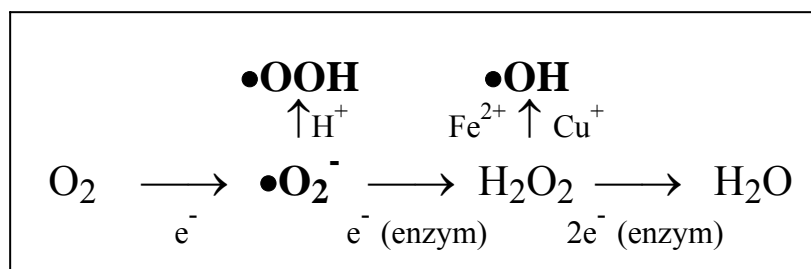
För vår energiförsörjning utnyttjar vi *kolhydrater och fetter* i ett intrikat metaboliskt samspel. Fett fungerar som en långsammare och mer uthållig energikälla än kolhydrater.

Blodglukos och insulin: Glukos från kostens kolhydrater tas upp till blod. Halten regleras till ca 5 mmol/l. Med hjälp av *hormonet insulin* transporteras glukos in i cellerna. Blodhalterna av glukos och insulin ökar markant efter måltider. Hjärnan är särskilt beroende av glukos som energikälla.

Övervikt och diabetes: Snabba och ofta återkommande höjningar av halterna av blodglukos och insulin medverkar till övervikt. Sådana haltsvängningar orsakas av frekventa höga intag av *socker och lättspjälkad stärkelse*. Insulin ökar intransporten och lagringen av fettsyror i fettceller. Långsiktigt kan följden bli permanent förhöjda insulinnivåer, fetma, *diabetes typ 2* och andra hälsoproblem som innefattas i det så kallade *metabola syndromet*.

Kostomställningar: Kunskaper och medvetenhet om hälsorisker med kolhydrater har ökat snabbt under 2000-talets första år. Ett minskat intag av socker och lättspjälkad stärkelse har blivit ett viktigt hälsomål särskilt för överviktiga och fysiskt inaktiva människor.

Glykemiskt index (GI): Ett populärt hjälpmedel för bättre kostval har blivit GI, som är ett mått på hur mycket ett livsmedel höjer blodglukoshalten. Den integrerade halthöjningen mäts under två timmar och relateras till motsvarande höjning för vitt bröd eller glukos. Jämförande GI-värden kan underlätta val av kolhydrater så att onödiga blodsockersvängningar undviks.



Syreradikaler

Aeroba organismers effektiva energiförsörjning medför att destruktiva syreradikaler bildas. Vi har ett enzymatiskt försvar mot dem men det klarar inte alla. Radikalerna anses ligga bakom cellens *åldrande* och uppkomst av cancer, hjärt-kärlsjukdomar och reumatiska sjukdomar.

Viktiga radikaler: Den negativt laddade *superoxidradikalen*, $\bullet\text{OO}^-$, bildas genom att elektroner läcker över från andningskedjans enzymssystem till ungefär 1% av den syremängd som reduceras. *Hydroxylradikalen*, $\text{HO}\bullet$, kan bildas från intermediär väteperoxid i närvaro av järn- eller kopparjoner. Den reagerar snabbt med omgivande biologiska molekyler genom väteabstraktion eller addition till dubbelbindningar. *Väteperoxyradikalen*, $\text{HOO}\bullet$, bildas från superoxidradikalen vid lågt pH.

Lipidperoxidation: Radikalernas svåra skadeeffekter beror i hög grad på att de initierar kedjereaktioner. Fleromättade fettsyror reagerar lätt med $\text{HOO}\bullet$ -radikalen vilket startar kedjereaktioner mellan fettsyror. Man talar om lipidperoxidation. Biologiska *membraners lipidmolekyler* oxideras och tvärbinds genom sådana reaktioner, vilket anses vara ett led i cellens åldrande. Även fleromättade fettsyror i blodets lipoproteiner oxideras. Detta kan medföra radikalskador på blodkärl och initiering av åderförkalkning.

Biotransformation: Utläckage av syreradikaler sker från järninnehållande enzymssystem av typ *cytokrom P-450* vid biotransformering av bl a kolväten och lösningsmedel.

Joniserande strålning: När organismer utsätts för joniserande strålning bildas syreradikaler som ger upphov till skador.

Metalljoner: Bildning av superoxidradikaler kan även ske genom att syre reduceras av metalljoner som överför en enda elektron ($\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$, $\text{Cu}^+/\text{Cu}^{2+}$, $\text{Hg}^0/\text{Hg}^+/\text{Hg}^{2+}$).

Tandamalгам: För en stor andel av dagens svenskar torde exponering för *kvicksilver* och andra metalljoner från amalgam vara en huvudorsak till skador och sjukdomar orsakade av fria radikaler. Kviksilverånga från amalgam avges och inandas kontinuerligt, tas upp av blodet och sprids till kroppens alla celler.

**HAPTEN + PROTEIN ⇒
⇒ ANTIGEN ⇒
⇒ Immunoglobulin E**

Allergier

Människans och däggdjurens immunförsvar bygger på kemisk identifiering av främmande makromolekyler, *antigener*, hos t ex inträngande mikroorganismer. För varje antigen bildas specifika *antikroppar* som startar immunförsvarets motattacker, och som finns kvar och ger ett effektivt skydd för lång tid mot samma antigen. När immunförsvaret reagerar starkare än önskvärt på ett eller flera antigener talar man om *allergi*.

Haptener och antigener: Flera ökända allergena ämnen är kopplade till kemiska produkter och material. Bland sådana kan nämnas epoxider som etenoxid, isocyanater som TDI, och aldehyder som formaldehyd. Allergena kemiska ämnen med låg molekylvikt kallas haptener. De reagerar med kroppsegna proteiner till antigener vilka har en molekylvikt över 10 000.

Allergier och cancer: Cancer initieras genom att elektrofila kemiska ämnen reagerar med DNA. På motsvarande sätt kan allergier initieras genom att elektrofila haptener reagerar med proteiner. Elektrofila ämnen är därför ofta både mutagena och allergena.

Allergisk reaktion: Antikroppar utgörs av en grupp proteiner som kallas immunoglobuliner. För allergier har antikroppar av typ immunoglobulin E (IgE) en avgörande betydelse. De binds till speciella celler, mastceller, som vid samtidig kontakt med antigen och motsvarande IgE frigör histamin och andra inflammatoriska ämnen. Följden för en allergiker kan bli t ex eksem eller astma.

Ospecifika problem: Många har störst besvär med naturliga ämnen som vissa livsmedel, pollen, dammkvalster, och hår från djur. Fler småbarn reagerar numera på proteiner från olika livsmedel och andra källor, och många barn utvecklar inte heller som tidigare tolerans utan får kvarstående problem. Reaktionen på ett brett spektrum av kemiska ämnen betecknas *Multiple Chemical Sensitivity (MCS)* och kan ge svåra hälsoproblem.

Luftföroreningar: Tobaksrök och fordonsavgaser orsakar hög exposition för ett stort antal allergena och luftvägsirriterande ämnen. Allergiutvecklingen har i stort sett följt bilismens utveckling, och allergiförekomsten är större i städer än på landsbygd. Passiv rökning har klart kopplats till allergiproblem hos exponerade barn.

| <i>Självvalda</i> | <i>Ofrivilliga</i> |
|------------------------|----------------------|
| Rökning | Passiv rökning |
| Alkohol | Bilavgaser |
| Högt sockerintag | Livsmedelstillsatser |
| Lättspjälkad stärkelse | Hemkemikalier |
| Lågt antioxidantintag | Kemisk arbetsmiljö |

Överblick av kemiska hälsorisker

För att få ett rimligt helhetsperspektiv på olika slag av kemiska hälsorisker är en uppdelning på självvalda och ofrivilliga lämplig. En sådan uppdelning underlättar också en förståelse av de olika synsätt på hälsorisker som finns inom miljövetenskapen och inom medicinen.

Självvalda risker: Ingressens fem till stor del självvalda hälsorisker kan grovt beräknas vardera orsaka ca 10 000 förtida dödsoffer per år i Sverige.

Ofrivilliga risker: De fem givna till stor del ofrivilliga slagen av hälsorisker kan lika grovt beräknas orsaka vardera ca 1 000 förtida dödsoffer per år. Även sjukdomsproblem torde vara ungefär en tiopotens större för självvalda än för ofrivilliga hälsorisker.

Medicinskt synsätt: Klassisk läkarutbildning är inriktad på att bota sjuka patienter oavsett sjukdomsorsak. Många läkare ser därför allvarligt på rökning men inte på bilavgaser eller livsmedelstillsatser.

Miljörörelsens synsätt: Miljövårdare ser tvärtom allvarligt på kemiska risker som drabbar människor ofrivilligt och dessutom ofta skadar miljön. Bilavgaserna blir en stor fråga medan rökning och kostvanor hamnar vid sidan av.

Hälsorörelsens synsätt: Företrädare för *biologisk medicin* och hälsoinriktade organisationer betonar starkare än klassisk medicin betydelsen av att stärka hälsan och förebygga sjukdomar. Kost och livsstilsfaktorer blir då centrala. Samtidigt betonas även farorna med ofrivilliga hälsorisker.

Individens och samhällets synsätt: Samhället har mycket strängare regler för ofrivilliga än för självvalda hälsorisker (jämför mord och självmord). Skillnaden kan vara 1-3 tiopotenser översatt till expositions nivå eller kvantifierad risk. Detta torde i stort överensstämma med allmänhetens rättsmedvetande som säger att man får förgifta sig själv men inte andra.