

[Antioxidanter från kost – Nationell Nätkurs](#)

livsviktigt förebyggande hälsoskydd

[Frukt och grönt för antioxidanter](#)

karotenoider och flavonoider

[Frukt & grönt för hälsa](#)

märkning för konsumenter

[Antioxidanter och socker](#)

saft – sylt – ketchup – yoghurt

[Antioxidanter – Guide för kost och hälsa](#)

Översikt av och länkar till rapporter

Tidigare guider på nätet

Antioxidanter mot åldrande

Kostval för antioxidanter

(avslutande lättillgänglig del, sid. 8-12)

Svensk Geriatrik 2015 (4) 22-26

Fri manusversion (enligt [Chalmers OA-policy](#))
med introduktionssida och inlagda länkar

Tabell 1. Rapporter på högskolenivå av författaren

Syreradikaler och oxidativ stress

grundorsaker bakom cancer, allergier och åldrande

Antioxidanter – biokemiska system

för skydd mot syreradikaler, cancer, ateroskleros och åldrande

Fenoler och polyfenoler

som antioxidanter

Flavonoider som antioxidanter i frukt och grönt

och i andra njutningsmedel

Karotenoider – karotener och xantofyller

som antioxidanter i färgglada frestelser

Googla på *fetstilsrubriken* plus *Chalmers* till rapporterna på nätet

Antioxidanter mot åldrande

Människans absoluta behov av luftsyre för andning medför också oundvikligt åldrande via oxidativa skador på celler och organ. Sådana skador ligger i hög grad bakom att särskilt äldre drabbas av hjärtinfarkt, stroke, cancer, autoimmuna sjukdomar och demenssjukdomar. De biokemiska skadorna orsakar också långsamma åldrandeprocesser på cellnivå.

Den positiva sidan av detta öde är att det går att göra mycket för att bromsa åldrandeprocesserna och därmed också förebygga de dramatiska åtföljande hälsohoten. Huvudnyckeln är att minska oxidativ stress och förbättra skyddet från antioxidanter. Denna artikel belyser kortfattat de biokemiska grunderna och kopplar till praktiska vardagliga möjligheter att utnyttja antioxidanter.

Intresserade kan följa upp med en nyligen publicerad [fri nationell nätkurs](#) som också finns som en [kortversion](#).

Syreradikaler

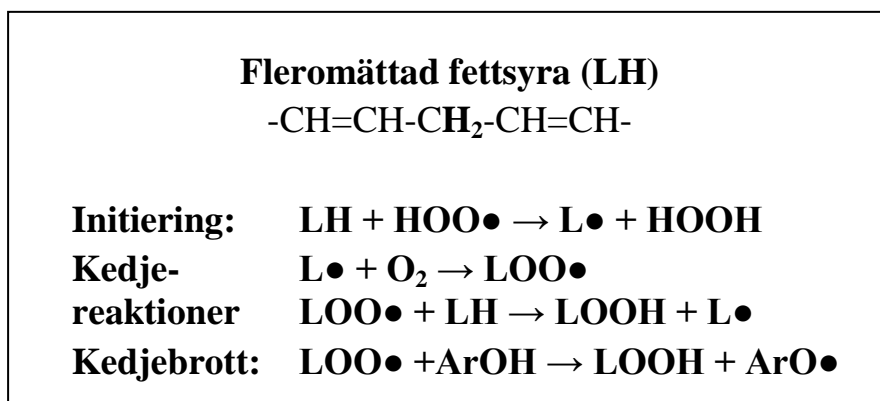
Biokemiskt sker andningen ute i cellernas mitokondrier. Syret från inandning av luft transporteras dit med blodet och reduceras under energiutvinning till vatten i den enzymatiska andningskedjan. Baksidan med detta livsviktiga system är att några procent av syret i stället bildar syreradikaler med en oparad elektron som gör radikaler destruktivt reaktiva.

Primärt bildas då en superoxidradikal som övergår till väteperoxyradikalen $\text{HOO}\bullet$ vid cellens pH. Pricken markerar den oparade elektronen. Denna radikal reagerar med känsliga biologiska molekyler under bildning av väteperoxid, HOOH , och organiska peroxider, ROOH . Dessa bildar i sin tur fler destruktiva syreradikaler.

Varje sekund nybildas typiskt i varje cell någon miljon syreradikaler. Dessa skulle snabbt döda cellen om det inte fanns ett mycket effektivt enzymatiskt försvar. Superoxiddismutas tar bort den primärt bildade syreradikalen. Katalas och glutathionperoxidas, GPx, eliminerar på olika sätt peroxider. Kvar blir ändå en mindre del av syreradikalerna.

Viktigt är att de enzymer som skyddar mot syreradikaler och peroxider fungerar optimalt. Selen är en nödvändig centralatom i GPx och inte sällan ett bristämne i kosten. Andra välkända ämnen som samspelar med skyddande enzymer är zink och koenzymerna Q-10 i andningskedjan och glutathion för GPx.

Syreradikaler bildas även i andra delar av cellen än mitokondrier och i syrerika miljöer som lungor och arteriellt blod. Immunförsvaret använder till viss del syreradikaler mot patogener och skadade celler. Vävnadsskador och kroniska inflammationer medför högre nivåer av syreradikaler. Metallerna kvicksilver, järn och koppar redoxkatalyserar bildning av syreradikaler. Många äldre är utsatta genom att de fortfarande har kvar tandamalgam.



Figur 1. Lipidperoxidation

Lipidperoxidation

En särskilt allvarlig och mycket studerad förstörelseprocess orsakad av fria radikaler är lipidperoxidation av fleromättade fettsyror. Processen startar med att en peroxyradikal rycker loss en aktiverad väteatom från metylengruppen mellan två dubbelbindningar. Den bildade fettsyraradikalen R• adderar syre och ROO• tar upp ett väte från nästa fleromättade fettsyra. På så sätt kan snabbt tusentals molekyler av fleromättade fettsyror förstöras i kedjereaktioner som skadar även andra livsviktiga molekyler.

När cellmembranernas fleromättade fetter i byggstenarna fosfolipider drabbas skadas cellens funktioner och den åldras snabbare. Blodfetter transporterar ut fleromättade fettsyror till cellerna och innehåller dem också själva. För ungefär tjugo år sedan visades på bred front att oxidativa skador på främst LDL ligger bakom ateroskleros. Innan dess trodde man att det var höga halter av kolesterol som orsakade hjärt- och kärlsjukdomar.

Skador av lipidperoxidation kan förebyggas genom systematisk neddragning av [fleromättade fetter](#) från kosten. De finns främst i fröfetter och margariner. Däremot är fiskfettsyrorna [EPA och DHA](#) nödvändiga men i högst begränsad mängd. Kostens säkraste basfetter är mättade och enkelomättade ungefär som mjölkfetter.

Antioxidanter mot oxidativ stress

Kroppens belastning med syreradikaler och andra reaktiva syreföreningar som peroxider betecknas populärt oxidativ stress. Den kan minskas genom att systematiskt eliminera orsaker till onödig bildning av syreradikaler. Den hålls nere framför allt av välfungerande kroppsegna enzymer som oskadliggör syreradikaler och peroxider. Den oxidativa stress och de syreradikaler som ändå återstår är vad vi själva kan påverka med egentliga antioxidanter från kosten.

Kostens antioxidanter utgörs av ett mycket stort antal specifika ämnen men dessa kan grupperas efter struktur och egenskaper. Klassiskt talar man om vattenlösliga och fettlösliga antioxidanter men variationen i löslighet är mycket bred för att täcka in alla delar av celler och organ. En mängd olika antioxidanter samverkar också genom skillnader i tendens att avge elektroner avspeglad som redoxpotential.

Vissa av de tidigt identifierade antioxidanterna ger specifika skador vid brist och inordnades under rubriken vitaminer. Dit hör vitamin C eller askorbinsyra som kanske är den mest kända antioxidanten. Den har en sockerbesläktad struktur med en speciell endiolgrupp som avger en eller två väteatomer till syreradikaler. Askorbinsyrans betydelse illustreras av att de flesta däggdjur till skillnad från människan själva kan bilda ämnet i relativt hög halt.

Antioxidanternas skyddseffekter gör det frestande att experimentera med höga tillskott av enstaka antioxidanter. Många preparat finns på marknaden och används med ibland goda resultat. Samtidigt krävs försiktighet eftersom vissa antioxidanter i hög halt kan öka bildningen av syreradikaler särskilt i syrerika organ som lungorna.

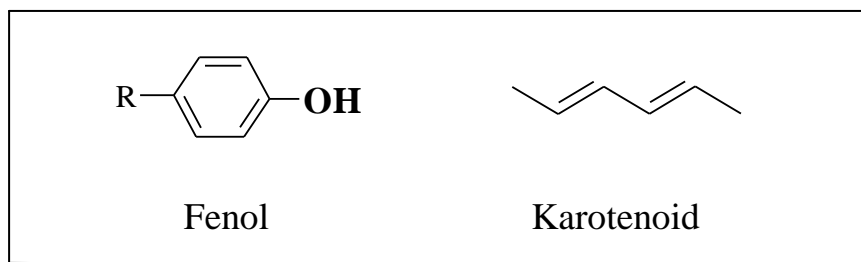
Fenoler och karotenoider

Bland numera kända otaliga antioxidanter utgör fenoler en dominerande huvudgrupp. Kemiskt fungerar alla fenoliska antioxidanter på likartat sätt. De har en eller flera OH-grupper på en aromatisk bensenring. Kemiskt skrivs de därför ofta ArOH . Som antioxidanter avger de typiskt en väteatom till $\text{HOO}\bullet$ eller $\text{ROO}\bullet$ som då överförs till peroxiderna HOOH och ROOH . Kvar blir radikalen $\text{ArO}\bullet$ som stabiliseras av den aromatiska ringen och därför är relativt harmlös.

Tokoferoler är viktiga fettlösliga fenoliska antioxidanter med en OH-grupp och en lång lipofil kolkedja på den aromatiska ringen. Ämnesgruppen betecknas vitamin E med syftning på effekterna. Det mest kända enskilda ämnet är alfa-tokoferol. En strukturellt likartad ämnesgrupp är metoxifenoler i rökta livsmedel.

Flavonoider är en stor grupp vattenlösliga polyfenoler med två aromatiska ringar och flera fenoliska OH-grupper. Strukturen är som skräddarsydd för att ge ett bra antioxidant skydd i hydrofila miljöer. Välkända typer av flavonoider är katekiner, flavonoler som quercetin, flavanoner (citrusflavonoider) och bärens färgglada antocyaniner. Flavonoider åtföljs ofta av andra komplexa polyfenoler och av fenoliska karboxylsyror.

Karotenoider är kemiskt en mycket annorlunda viktig grupp av antioxidanter. De har en lång kolkedja med en dubbelbindning vid varannan kolatom och är relativt fettlösliga. Strukturen gör att många karotenoider väl passar in i och effektivt skyddar biologiska membraner. Som antioxidanter fungerar de genom att syreradikalen $\text{HOO}\bullet$ adderas till en dubbelbindning. Bland ett stort antal karotenoider är välkända enskilda viktiga ämnen tomatens lykopen, morotens *beta*-karoten, gröna ärtors lutein, äggulans zeaxantin och laxfiskarnas astaxantin.



Figur 2. Grundstrukturer för antioxidanter

Litteratur: Antioxidanter i relation till biokemi, kost och hälsa är ett enormt brett och stort forskningsområde med tiotusentals vetenskapliga artiklar. Den akademiska utbildningsnivå som artiklarna i Tabell 1 ligger på kan kanske ses som rimlig för dem som har ansvar för äldres kost och hälsa. Vid fördjupning i någon aspekt kan sökorden i Tabell 2 ge ingångar till vetenskaplig litteratur. Sökning ger också en bild av litteraturens omfattning. Innehållet av specifika antioxidanter i olika livsmedel har klarlagts väl av flera studier publicerade i tidskriften *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.

Tabell 2. Sökord för internationell litteratur

antioxidant		ageing	
ascorbic	tocopherol	oxygen radical	atherosclerosis
flavonoid	carotenoid	oxidative stress	cancer prevention
quercetin	catechin	pharmacokinetics	allergy
lycopene	carotene	lipid peroxidation	autoimmune
lutein	zeaxanthin	lipoprotein	alzheimer

Kombinera gärna ett eller två sökord från vardera av de två grupperna

Tabell 3. Daglig bas för antioxidanter från frukt & grönt

Bas	Alternativ	Antioxidant
TOMATER	Vattenmelon	Lykopen
MORÖTTER	Röd paprika	<i>beta</i> -Karoten
GRÖNA ÄRTOR	Broccoli	Lutein
ÄPPLEN	Lök och Bär	Flavonoider
APELSINER	Småcitrus	Komplement

Kostval för antioxidanter

En enorm kunskap finns nu om antioxidanter i olika livsmedel och om olika antioxidanters biokemiska hälsoskyddande effekter. Ändå saknas specifika kostråd om kostval för vardaglig täckning av en optimal mix av antioxidanter. Här skisseras och motiveras hur en enkel, billig och bra grund kan se ut. Tillgång till en sådan varje dag borde vara en rättighet särskilt för alla äldre.

Tomater: Röda tomater är en välkänd källa till den viktiga karotenen lykopen som ger tomaterna den röda färgen. Tillgången på läckra små och stora tomater har ökat de senaste åren. Tomater ingår normalt i lunchsallader men ofta snålas det med mängden. Det som hamnar på tallriken bör motsvara minst en hel tomat. Upptaget av lykopen förbättras av matfett. Även hela kvisttomater och cocktailtomater avnjuts därför lämpligen i anslutning till måltider. Under sommarhalvåret passar det med en eller annan daglig tomat extra när smaken är på topp och priset lågt. I växthus odlas tomater numera normalt utan kemiska bekämpningsmedel. Krossade tomater är vanligen bra men söttad ketchup bör undvikas.

Vattenmelon är ett utmärkt och nu allt vanligare alternativ för lykopen.

Uppskuren vattenmelon är läcker både för tungan och för ögat. Andra rika källor till lykopen är få vilket gör daglig tomat eller vattenmelon extra viktig.



Morötter: Morötter innehåller mycket *beta*-karoten som är viktig både som antioxidant och som det ämne kroppen själv främst framställer vitamin A från. Rivna morötter underlättar upptaget liksom matfett från en salladsdressing eller varmrätt. Rivna morötter är en central komponent i lunchsalladen. Vid kokning går en del av morötters antioxidanter förlorade.

Beta-karoten färgar morötter liksom röd paprika som är ett alternativ. Gröna delar av grönsaker innehåller alltid *beta*-karoten som samverkar med klorofyll vid fotosyntesen. Därför kan flera slag av gröna bönor, ärtor och kål vara bra källor vid höga intag.

Gröna ärtor: Den centrala karotenoiden lutein finns rikligt i gröna ärtor. Dessa ger också bra protein och *gamma*-tokoferol som är en viktig delkomponent av E-vitamin. Frysta gröna ärtor kan tinas för direkt användning i lunchsallader och varmrätter. Förluster vid kokning undviks då. Numera finns också ekologiska frysta gröna ärtor. Ärtorna har en för många tilltalande smak både som färska och som tinade efter frysning.

Liksom *beta*-karoten finns lutein i gröna delar av de flesta grönsaker. Broccoli och brytbönor är bra alternativ eller komplement till gröna ärtor för lutein. Även kikärter är både goda och värdefulla men inte för lutein utan för högt innehåll av selen.



Äpplen: Med hänsyn till antioxidanter förtjänar äpplen i högsta grad sin status som hälsosymbol. Innehållet är högt för både katekiner och flavonoler som är två huvudgrupper av flavonoider. Katekiner finns i hela äpplet och den viktiga flavonolen quercetin närmast skalet. Äpplen bör alltså inte skalas. Läckra svenska äpplen finns under hösten och vintern och sydamerikanska ersätter väl under våren. Skurna äpplen passar utmärkt till frukostfilen och lunchsalladen. Hela äpplen från fruktkorgen är bra mellanmål. Äppeldrycker och äppelmos är liksom torkade äpplen sämre med högt sockernehåll och en del förluster av lättoxiderade flavonoider

Andra rika källor till flavonoider är skogsbär och för quercetin röd och gul lök. För lök medför upphettning lätt förluster av quercetin och bär belastas ofta av mycket tillsatt socker. Bär har ofta rankats högt via uppmätt antioxidanteffekt. Detta blir missvisande eftersom [bärens färgglada antocyaniner](#) tas upp dåligt till blod och dessutom är instabila vid blodets pH. Ett eller ett par äpplen om dagen är svåra att ersätta.

Apelsiner: Sedan länge är citrusfrukter kända för ett högt innehåll av askorbinsyra. Apelsiner innehåller också speciella citrusflavonoider som hesperitin. Dessutom innehåller de den för synen viktiga karotenoiden zeaxantin med få andra källor. Apelsiner är därför ett mångsidigt dagligt komplement till tomater, morötter, gröna ärtor och äpplen. En apelsin passar som mellanmål och uppskurna apelsinklyftor till frukost, lunchsallad eller efterrätt. Inuti frukten är antioxidanterna väl skyddade mot oxidation. Apelsinjuice är känsligare men bättre med än utan fruktkött. Apelsinlask är en av de största sockerfarorna.

Småcitrus innehåller mindre av citrusflavonoider men mer av vissa karotenoider. Grapefrukt har mer än apelsin av citrusflavonoiden naringenin. Den bromsar nedbrytning av vissa läkemedel så att dosen av dessa kan minskas. Blodgrape färgas av lykopen och kan hälsomässigt överträffa apelsiner. Blodapelsiner färgas däremot liksom många bär av instabila flavonoider av typ antocyaniner.

Andra källor till antioxidanter

Fet fisk: Den rikaste källan till de livsviktiga långa fleromättade fettsyror EPA och DHA av typ omega-3 är fet fisk. Fiskfetterna är mycket känsliga för lipidperoxidation. Särskilt fet fisk som lax, makrill och sill har därför ett högt innehåll av skyddande fettlösliga antioxidanter som tokoferoler. Laxfiskar innehåller också den lätt röda karotenoiden och superantioxidanten astaxantin. För läckerheter som rökt makrill och varmrökt lax tillkommer antioxidanter av typ metoxifenoler från rök av alspån eller bokspån. Små bitar av fet fisk kan motsvara normala portioner av mager fisk som torsk.

Ägg: Ännu ett animaliskt livsmedel som bjuder på antioxidanter plus andra viktiga ämnen är äggulan. Den innehåller mycket av kolesterol och fosfolipider som är byggstenar för biologiska membraner. Äggulan som skall kunna klara utvecklingen av ett nytt kycklingliv skyddas effektivt av antioxidanter. Bland dessa finns den gula karotenoiden zeaxantin som skyddar ögats gula fläck. Via fodertillskott innehåller vissa gulare ägg också astaxantin eller mer lutein. Minst ett ägg om dagen är att rekommendera. Under en period när man felaktigt trodde att ateroskleros orsakas av kolesterol varnade man otroligt nog för ägg. Äldre människor har i stället ofta ett ökat behov av kolesterol som kan täckas med ägg.

Te och Kaffe: Vanligt te och särskilt grönt te är känt för sitt höga innehåll av flavonoider av typ katekiner. Tekatekiner har en struktur med särskilt många fenoliska OH-grupper och därmed hög potentiell antioxidanteffekt. I hett vatten finns risk för partiell destruktion via oxidation.

Kaffe har relativt höga halter av vissa fenoliska syror med lägre kvalitet som antioxidanter. Inte sällan kommer ändå glädjerapporter om positiva effekter av denna uppskattade dryck.

Choklad och rödvin: Dessa njutningsmedel lyfts vanligen fram i media som hälsofrämjande via antioxidanter. Till detta bidrar starka ekonomiska intressen bakom forskning och marknadsföring i kombination med att många vill höra detta budskap. Choklad innehåller mycket av epikatekin men kan knappast konkurrera med äpplen som bred källa till flavonoider. Huvuddelen av den choklad som konsumeras är direkt ohälsosam genom högt sockernehåll. Mörk choklad med minst 80 % kakao är däremot hälsomässigt försvarbar.

Rödvin innehåller flera slag av fenoliska antioxidanter ungefär som äpplen. Ett glas rödvin kan för antioxidanter kanske jämföras med ett äpple. Rödvinets färg kommer från vindruvornas antocyaniner med försvagad och svårbedömd antioxidantverkan i människan. Det positiva med vinets antioxidanter måste förstås också vägas mot riskerna med alkoholen.

Kosttillskott: I växter, djur och naturliga livsmedel samverkar antioxidanter till ett optimalt skydd som vi på ett säkert sätt kan dra nytta av via kosten. Extra tillskott av kommersiella antioxidanter är ofta mer osäkra och det är därför viktigt att främst prioritera en väl vald antioxidantrik kost.

Otaliga studier visar på förebyggande effekter av antioxidanter mot oxidativa biokemiska skador. Mot redan utvecklade hälsoproblem inklusive cancer är antioxidanter typiskt otillräckliga och enstaka stora tillskott ibland negativa. Välavvägda multivitaminer inkluderar ofta vissa antioxidanter och kan ibland stärka sviktande vitalitet.

Ett intressant exempel är koenzym Q-10 som vi själva kan bilda. Det behövs för energiutvinning och som antioxidant i mitokondrier. Droger av typ statiner blockerar biosyntesen av Q-10. Den som tar statiner kan med tillskott av Q-10 delvis motverka biverkningar. För äldre är det oftast bättre att sätta ut statiner när arsenalen av mediciner saneras.

Guider på nätet: Titelsidan ger länkar till populärvetenskapliga rapporter med olika infallsvinklar på kostval för antioxidanter. Dessa lästips finns samlade i en avslutande tabell i tidskriftsversionen.