

Nitrat och nitrit i livsmedel

Riskvärderingsrapport

av Per Ola Darnerud, Nils-Gunnar Ilbäck, Sara Gunnare och Leonardo Merino

Innehåll

Förord	3
Bakgrund.....	4
Faroidentifiering	5
Farokarakterisering.....	6
Gränsvärden och hälsobaserade referensvärden	7
Acceptabelt dagligt intag (ADI) för nitrat	7
Acceptabelt dagligt intag ADI för nitrit.....	7
Exponeringsuppskattning	8
Riskkaraktärisering	9
Specifika frågeställningar	11
Känsliga grupper	11
Grönsaker med högt nitratinnehåll	11
Konsumenter med högt nitrat/nitrit-intag.....	12
Nitritbildning vid lagring av nitratrika livsmedel	12
Referenser	14
Bilaga 1	18

Förord

Livsmedelsverket arbetar för att skydda konsumenternas intressen genom att arbeta för säker mat och bra dricksvatten, att informationen om maten är pålitlig så ingen blir lurad och för att främja bra matvanor.

En av Livsmedelsverkets uppgifter är att ta fram och förvalta olika konsumentråd som rör livsmedel och dricksvatten. Råden baseras på vetenskapliga rön och behöver löpande uppdateras.

Livsmedelsverkets rapport nr 18/2017 om nitrat och nitrit i särskilda livsmedel består av två delar, där del 1 är en riskhanteringsrapport och del 2 är en oberoende riskvärdering eller kunskapsöversikt.

I del 2 av denna rapport redovisas en kunskapsöversikt och riskvärdering som är uppdaterad utifrån aktuellt kunskapsläge i ämnet. Den har tagits fram och sammanställts av Livsmedelsverkets experter inom området toxikologi och kemi.

Ett underlag för bedömning av riskerna med att dricka vatten från egen brunn som innehåller nitrat/nitrit finns i Bilaga 1.

Rapporten har tagits fram på beställning av Livsmedelsverkets Råd och beredskapsavdelning och besvarar både allmänna samt specifika frågeställningar. Den är uppdelad i faroidentifiering, farokarakterisering, exponeringsuppskattning och riskkarakterisering, samt innefattar även en del, där de specifika frågeställningarna besvaras. I riskvärderingen ingår inte åtgärdsförslag till hur eventuella risker ska hanteras. Det redovisas i motsvarande riskhanteringsrapport.

Följande personer har arbetat med att ta fram denna rapport: Per Ola Darnerud, toxikolog, Nils-Gunnar Ilbäck, toxikolog, Sara Gunnare, toxikolog, och Leonardo Merino, kemist.

Rapporten har granskats av Per Bergman, avdelningschef, Livsmedelsverket.

Livsmedelverket Juni 2018

Bakgrund

Nitrat och nitrit förekommer i vår miljö och deltar i kvävetets kretslopp. Nitrat finns bl a i grönsaker som byggstenar i växtens ämnesomsättning. Särskilt höga halter finns i vissa bladgrönsaker och även i bl a rödbeta och rädisa. Nitrat kan också finnas i förhöjda halter i dricksvatten från enskilda brunnar I jordbruksområden är ofta förhöjningen ett resultat av att brunnen förorenats av ytvatten. Nitrit finns ofta i mycket lägre halter än nitrat i grönsaker och i vatten, men nitrit används även som livsmedelstillsats i charkprodukter för att förhindra mikrobiell tillväxt, speciellt av *Clostridium botulinum*. Även nitrat används i vissa fall som livsmedelstillsats i antibakteriellt syfte, bl a vid osttillverkning och i sillinläggningar. Nitrat/nitrit kan också bildas endogent i kroppen och där sker även en övergång mellan nitrat och nitrit, vilket gör att bedömningen av den sammanlagda exponeringen är viktig men komplex.

Det är i första hand nitrit som står för de toxiska, oönskade effekterna i djur och människa, men det är ändå viktigt att hålla koll på nitratintaget. En viss del av det nitrat som vi får i oss omvandlas nämligen till nitrit i kroppen. Det har uppskattats att ca 25 % av intaget nitrat utsöndras i saliv från människa, varav ca 20 % blir reducerad till nitrit, dvs ca 5 % av det totala intaget av nitrat. Experter brukar räkna med en femprocentig omvandling (Eisenbrand et al., 1980) men större omvandlingstal nämns också. Upp till 9 % omvandlingsgrad nämns i den europeiska livsmedelsmyndighetens, Efsa:s, nya riskbedömning för nitrat (EFSA, 2017a). Osäkerheten kring denna omvandling är olycklig, då den är avgörande för den slutliga riskbedömningen av den totala nitritexponeringen. I de beräkningar som ges i denna sammanställning har vi använt den mest använda omvandlingsfaktorn på 5 %.

Faroidentifiering

Nitrit är den form som står för de toxiska effekterna. Det är även den form som är mikrobiologiskt verksam. Nitrats toxiska effekter erhålls först efter omvandling till nitrit. Nitrit ger hos människor och djur upphov till methemoglobinemi, vilket är ett akut tillstånd där omvandlingsprodukter av nitrit binder till röda blodkroppar i blodet och ger en försämrad syretransport. Detta tillstånd kan vara livshotande vid höga nitritdoser. Små barn är av flera orsaker speciellt känsliga för nitritexponering och användning av nitrat/nitrit-haltigt vatten vid beredning av bröstmjölk ersättning kan vara en orsak till att spädbarn kan drabbas av methemoglobinemi. Det finns också andra beskrivna effekter av nitrit i djurförsök, såsom vävnadsförändringar i hjärta och lungor.

En annan potentiell fara med nitrat/nitrit är bildning av carcinogena nitrosaminer och en långsiktigt ökad risk för tumöruppkomst. Man har experimentellt kunnat visa att nitrat/nitrit tillsammans med vissa ämnen bildar nitrosaminer, och att vissa nitrosaminer kan leda till cancer i ett flertal djurarter (Grosse et al., 2006). Huruvida dessa cancerframkallande nitrosaminer även bildas i kroppen vid intag av nitrat/nitrit från födan är inte klarlagt. Denna risk är således omdebatterad och eventuella samband mellan nitrat/nitrit-exponering hos människa och tumöruppkomst har heller inte kunnat visas i epidemiologiska studier. I en rapport från World Cancer Research Fund (WCRF) anser man det föreligga ett säkerställt samband mellan konsumtion av processat, och även rött kött, och vissa cancerformer, i första hand kolorektalcancer (WCRF, 2007). Definitionen av processat kött är dock oklar och kan innehålla många andra faktorer förutom tillsatsämnet nitrit.

Farokarakterisering

I djurstudier som uppfyller kvalitetskrav för cancerbeteoering observerades inga effekter hos vare sig mus och råtta efter nitritexponering, vilket innebär att den kvantitativa riskkarakteriseringen inte grundar sig på cancerbeteoeringer.

Methemoglobin(MetHb)-effekterna är istället den vanligaste effekt som studerats i ett flertal djurslag och även hos människa, där speciellt små barn är känsliga. Denna effekt är därför grundande för den senaste framtagningen av hälsomässigt referensvärde, acceptabla dagliga intaget (ADI), med användande av bench mark-metodik (BMDL). Det nu gällande ADI har beräknats till 3,7 mg/kg/dag för nitrat och till 0,07 mg/kg/dag för nitrit. Av ett flertal djurstudier valdes en studie från National Toxicology Program (NTP, 2001) som den mest tillförlitliga. I denna studie definierades en signifikant MetHb-effekt vid en fördubbling av MetHb-nivån i blodet hos vuxna råttor (0,06 jämfört med 0,03 gram per 100 ml) (Slob, 2016; i EFSA, 2017b). Efter daglig nitritexponering (30-345 mg/kg kroppsvikt/dag) erhöles en BMDL-dos för denna effekt vid 9,63 mg/kg kroppsvikt för hanar och 14,6 mg/kg för honor. Det lägsta BMDL-värdet (för hanar) användes sedan för att ta fram ett ADI. Denna säkerhetsbedömning baseras således på data från daglig exponering, alltså mängden av nitrit som kan konsumeras dagligen. När det gäller akuta effekter vid enstaka intag kan man anta att dosen som krävs är högre, men med all sannolikhet i samma storleksordning på grund av typen av toxikologisk effekt. Man ska dock komma ihåg att man har använt säkerhetsfaktorn 100 när man satte ADI-värdet för nitrit.

Ett försämrat syreupptag i blodet orsakat av påverkan av nitrit på hemoglobinet, methemoglobinemi, har observerats hos små barn efter exponering för nitrit men även för nitrat (som omvandlas till nitrit i kroppen), exempelvis genom att använda nitrit/nitrat-förorenat dricksvatten som används till bröstmjölk ersättning. Som en markör för methemoglobinemi har blåfärgning av fingrar och nästipp noterats ("blue babies"). Orsaken till den ökade känsligheten är bland annat att spädbarn (3 månader och yngre) har en speciell form av Hb, fetalt hemoglobin. Denna form kan initialt utgöra 60-80% av det totala Hb, och sjunker till 20-30% fram till 3 månader efter födseln. Fetalt Hb tycks mycket lättare kunna bilda MetHb som innebär att järnet i hemoglobinmolekylen oxideras, och samtidigt saknas oftast det reduktas som ombesörjer MetHb's reduktion till Hb (NAD cytokrom b5 – MetHb reduktas) (Health Canada, 2013). Ytterligare faktorer som gör spädbarn extra känsliga för nitritexponering är att de har ett högre pH i magsäcken vilket ökar risken för bakteriella infektioner, vilka kan yttra sig t ex som diarréer hos små barn, och att dessa infektioner kan leda till bildning av nitrat till följd av överproduktion av kväveoxid (Avery, 1999). Slutligen är spädbarnens intag av vätska (exempelvis bröstmjölk ersättning) större än hos äldre individer, räknat per kg kroppsvikt, vilket kan innebära ett högt intag av nitrat/nitrit. (Ellen and Schuller, 1983; Walley and Flanagan, 1987). Eftersom små barn har större känslighet för nitrat/nitrit kan inte ADI-värdena tillämpas fullt ut för barn som är 3 månader och yngre, vilket påkallar extra stor försiktighet för denna åldersgrupp.

Gränsvärden och hälsobaserade referensvärden

Livsmedelsverkets och EU:s gränsvärden för nitrat och nitrit i dricksvatten (50 respektive 0,5 mg/l) överensstämmer med Livsmedelsverkets riktvärde för enskilda brunnar. Det finns även gemensamma gränsvärden inom EU som begränsar den tillåtna halten av nitrat i sallat och spenat.

Acceptabelt dagligt intag (ADI) för nitrat

Världshälsoorganisationens, WHO, expertgrupp Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA) beräknade ett NOAEL (no observed adverse effect level) på 370 mg/kg/dag för nitrat baserat på en viss tillväxthämning på råtta i en 2-årsstudie (Lehman, 1958) ADI sattes utifrån dessa data och med säkerhetsfaktor 100 till 3,7 mg/kg/dag. Man såg inte någon cancereffekt vid högsta dos; vilket innebär att säkerhetsfaktor är 500. Scientific Committee on Food (SCF) har tagit fram ett motsvarande ADI från en långtidsstudie på råtta (Maekawa et al., 1982). Både SCF och JECFA har utifrån ovanstående resultat tagit fram ett ADI för nitrat på 3,7 mg/kg/dag (FAO/WHO, 2003a; SCF, 1997). I en ny riskbedömning (EFSA, 2017a) slår expertpanelen fast att ADI bör avse MetHb-effekter efter omvandling av nitrat till nitrit i kroppen. Det finns dock stora variationer i data över hur stor denna omvandlingsgrad är i människa. Därför menar expertpanelen att det inte går att ta fram ett nytt och mer robust ADI utifrån tillgängliga data och anser därför att tidigare ADI för nitrat (SCF, 1997) också fortsättningsvis bör gälla, tills säkrare underlag har tagits fram. Det innebär alltså ett ADI för nitrat på 3,7 mg/kg/dag beräknat med säkerhetsfaktorn 100.

Acceptabelt dagligt intag ADI för nitrit

För nitrit baserades tidigare ADI (0,06 mg/kg/dag; FAO/WHO, 2003b) på effekter av nitrit på hjärta och lunga, alternativt effekter på binjuren (0,07 mg/kg/dag; SCF, 1997), som i båda fall grundar sig på studier i råtta. Dessa effekter har dock ifrågasatts, och i den nya Efsa-bedömningen (EFSA, 2017b) utgår man istället för MetHb-halter i blodet hos råtta. Som utgångspunkt väljs en fördubbling av MetHb-halten jämfört med bakgrundshalten vilket erhålls i hanrättor vid en benchmark-dos (BMDL) av nitrit på 9,6 mg/kg kroppsvikt och dag. Med säkerhetsfaktorn 100 erhålls då 0,1 mg NaNO₂/kg kroppsvikt/dag, eller 0,07 mg nitritjon/kg kroppsvikt. Denna beräkning ger alltså ett ADI för nitrit på 0,07 mg/kg kroppsvikt, vilket är samma värde som i tidigare ADI med en säkerhetsfaktor av 100 men beräknat på andra hälsoeffekter.

För båda ADI-värdena (nitrit och nitrat) gäller att de inte ska användas för barn som är 3 månader och yngre. När det gäller sambandet mellan nitrit/nitrat och canceruppkomst har detta ansetts för osäkert att användas som bas för att sätta ett ADI.

Exponeringsuppskattning

Vikten av att studera både nitrat- och nitritintag tydliggörs av det faktum att ca 5 % av den nitratdos som tas upp i kroppen omvandlas till nitrit, i första hand med hjälp av nitratreducerande bakterier i munhålan (Eisenbrand et al., 1980). I många fall kan alltså nitratintaget från maten utgöra den största externa källan för nitritexponering hos konsumenten.

I en vetenskaplig artikel från Karolinska institutet och Livsmedelsverket presenteras data från svenska barns intag av nitrit (från charkvaror), nitrat (från grönsaker, vatten och charkvaror), samt det beräknade totala intaget av nitrit, baserat på kostvaneundersökningen Riksmaten barn 2003 (Larsson et al., 2011). Om man tittar på nitratintaget från grönsaker, frukt och dricksvatten sammantaget, är intaget förhållandevis lågt (median/95:e percentilen: 0,84/1,6 mg/kg kroppsvikt/dag). Intaget av nitrit från charkvaror hos barnen är också lågt, även för högkonsumenter av charkvaror (4-åringar (median/95:e percentilen): 0,013/ 0,034 mg nitrit/kg kroppsvikt/dag). Om man däremot beräknar nitritintaget efter att ha lagt till bidraget från nitrat, efter en femprocentigövertföring till nitrit, får man dock ett betydligt högre intag (4-åringar: 0,044/0,083 mg/kg kroppsvikt/dag). Enligt denna beräkning utgör bidraget från charkvaror ca 30 % av det totala nitritintaget, Således står nitritexponeringen från i första hand grönsaker, efter omvandling från nitrat, för den största delen, ca 70 %.

En preliminär intagsberäkning av nitrat och nitrit för vuxna har också genomförts, baserad på Riksmaten vuxna, 2010-11 (Darnerud et al., 2014). Baserat på 4-dagarsregistrering för 1 778 slumpvis utvalda vuxna (18-80 år) svenskar har data över deras uppgivna konsumtion av charkuterivaror, grönsaker och frukt insamlats. Nitritintaget har beräknats utifrån konsumtion och nitrithalter av specifika charkuteriprodukter, där vissa halter har extrapolerats utifrån halter i likartade produkter. Nitratintaget, som är viktigt att inkludera då nitrat kan omvandlas till nitrit, grundar sig på nitrithalter i ett antal utvalda grönsaker där halterna är särskilt höga, samt ett medelvärde för övriga grönsaker. För frukt har ett schablonvärde på 10 mg nitrat/kg produkt använts. För att beräkna nitritexponeringen utifrån nitratintaget har vi på samma sätt som vid tidigare beräkningar utgått från en femprocentig omvandling av nitrat till nitrit i kroppen. Det beräknade median/95 percentil-intaget av nitrat är 0,44/1,50 mg/kg kroppsvikt/dag. För nitrit, med nämnda omvandling, är median/95 percentil-intaget 0,024/0,077 mg/kg kroppsvikt/dag. Enligt denna beräkning utgör bidraget från charkuterivaror endast i medeltal cirka 10 procent av den totala nitritexponeringen bland vuxna, medan exponeringen från i första hand grönsaker, efter omvandling från nitrat, står för den största delen.

Studier vid Livsmedelsverket har visat att halten av nitrit i charkuterivaror (t ex korv och leverpastej) kraftigt minskar med tiden, från produktionstillfället fram till sista förbrukningsdag (Merino et al., 2016). Minskningens storlek varierar dock mellan olika produkter. Dessa studier innebär att beräkningar som grundar sig på uppmätta nitrithalter i charkuterivaror är osäkra, vilket skall tas med i bedömningen av de redovisade exponeringsstudierna.

Riskkaraktärisering

I den svenska intagsberäkningen av nitrit hos barn ser man vid en beräkning av det totala intaget av nitrit (efter att ha inkluderat omvandling från nitrat) att ADI lätt kan överstigas för den yngsta åldersgruppen; 12 % av 4-5-åringarna hade ett intag av nitrit som översteg nitrit-ADI (0,07 mg/kg kroppsvikt/dag) om nitratomvandlingen inkluderades. För de äldre åldergrupperna minskade denna andel (3 % för 8-9-åringar och 1 % för 11-12-åringar). Ungefär 70 % av det totala nitritintaget härstammar från omvandlingen från nitrat till nitrit, om denna sker i en omfattning av 5 %. Intaget av nitrat låg under nitrat-ADI (3,7 mg/kg kroppsvikt/dag) för alla barn som ingick i studien. Motsvarande beräkning för vuxna visar att 7 % av konsumenterna hade ett intag som överskred nitrit-ADI, medan bara 0,1 % överskred nitrat-ADI. I detta fall stod omvandling nitrat-nitrit för hela 90 % av den totala nitritexponeringen, efter en beräknad femprocentig omvandling nitrat-nitrit.

Redovisade data antyder alltså att det totala nitritintaget kan vara relativt högt, i förhållande till ADI, hos små barn men även hos vuxna, under förutsättning att nitratintaget från vegetabilier, och dess omvandling till nitrit, inkluderas i beräkningen. Det ska dock påpekas att ADI är satt med säkerhetsfaktorn 100 vilket innebär att små överskridanden inte innebär någon direkt hälsorisk. När det gäller nitratintaget från frukt och grönt hos barn beräknas 59 % komma från grönsaker, 34 % från potatis, och 7 % från frukt. En konsekvens av det stora indirekta nitritbidraget från grönsaker kan vara att intaget av nitratrika grönsaker bör ses över och vid behov begränsas. Idag finns rekommendation att undvika att ge några större mängder spenat, rödbetor, bladselleri, nässlor och mangold till barn under 1 år. Livsmedelsverket får ofta frågor om vilka grönsaker som innehåller höga nitrathalter. Nitrathalter i vanligt förekommande grönsakssorter har därför redovisats i Tabell 1. Denna tabell ger också vägledning om hur mycket som kan konsumeras utan att ADI överskrids

Det förekommer att nitrathalten i enstaka kommunala dricksvattenanläggningar överskrider gällande gränsvärden, men det är huvudsakligen ett problem för enskilda brunnar. Drygt 30 % av hushållen med egen brunn bor i jordbruksområden. Man uppskattar att ca 2 % av de enskilda brunnarna omfattande ca 17 000 personer har nitrathalter över gränsvärdet 50 mg/liter, dvs. gränsen för otjänligt vatten (Svensson et al., 2009).

Noteras bör att Efsas nya riskbedömning för nitrat och nitrit (EFSA, 2017a,b) enbart gäller dessa ämnen som tillsatser i livsmedel, och vid exponeringsbedömning har inte nitrit och nitratbidrag från andra källor räknats in. Det är Efsas bedömning att "...if all sources of dietary nitrate exposure are considered (food additive, natural presence and contamination), the ADI will be exceeded for all age groups at the mean and highest exposure." Således kan man dra slutsatsen att det totala intaget av nitrat/nitrit från livsmedelstillsatser och grönsaker är för högt och idag ett bekymmer. Grönsaker innehåller ämnen som skyddar mot canceruppkomst och bl a C- och E-vitaminer minskar omvandlingen från nitrat till nitrit och hämmar nitrosaminbildningen. En strävan att minska nitrat- och nitritintaget får därför inte leda till en

generellt minskad grönsakskonsumtion. Det är däremot olämpligt att låta nitratinnehållande maträtter stå framme i rumstemperatur en längre tid, detta för att minska omvandlingen till nitrit i maten. Eftersom nitrit-bidraget från charkvaror inte heller är försumbart för den totala nitritexponeringen, kan råd som riktar sig mot överdrivet hög konsumtion av charkvaror också minska intaget av nitrit. Spädbarn som huvudsakligen får sin näring från bröstmjök utsätts normalt inte för höga nitrit/nitrat-halter: Bröstmjölksersättning kan dock innebära problem om vatten som används för detta ändamål har förhöjda nitrit/nitrat-halter. Troligen kommer det nu, efter Efsas nya utvärdering, att bli en diskussion för att i livsmedel begränsa användningen av nitrit/nitrat som tillsats i våra livsmedel, vilket gjorts i Danmark. Man kan tänka sig både en begränsning i mängd av tillsatsen och även till vilka livsmedel nitrit/nitrat får användas.

Specifika frågeställningar

Känsliga grupper

Små barn, särskilt spädbarn upp till 3 månader, är speciellt känsliga för effekter av nitrat/nitrit som kan finnas i mat och dryck. Detta har i första hand uppmärksammats för barn som kan exponeras för nitrat/nitrit via dricksvatten som används i bröstmjölk ersättningar. Anledningen till denna ökade känslighet för nitrat/nitrit hos de små barnen finns beskrivet under rubriken Farokarakterisering ovan. Det kan inte uteslutas att även barn upp till 1 år i viss mån kan ha denna ökade känslighet.

Personer som ofta intar s.k. smoothies baserade på en blandning av exempelvis morot, spenat och rödbeta, kan få i sig stora nitrat/nitritmängder då stora mängder av koncentrerad grönsaksjuice intas vid enstaka tillfällen och inte tillsammans med maten. Vidare kan man räkna med att omvandlingen av nitrat till nitrit med tiden ökar i dessa smoothies (Tamme et al., 2010). Intaget av nitrit kan därmed bli stort, speciellt i de fall då dessa smoothies lagras i rumstemperatur för att användas som mellanmål.

Individer som tränar kan ibland konsumera nitratrika livsmedel, t.ex. rödbetsjuice, för att öka sin prestationsförmåga, då det finns studier som visar att ett förhöjt nitratintag (återbildas till kväveoxid i blod och vävnader) kan ha positiva effekter på den fysiska kapaciteten vid t.ex. löpning (Hoon et al., 2013). Denna grupp kan på detta sätt få i sig mycket höga nitratmängder, vilket även kan öka risken för negativa hälsoeffekter av nitrat/nitrit.

Grönsaker med högt nitratinnehåll

Nitrathalten i grönsaker kan variera bland annat beroende på art, ljusförhållanden och temperatur förhållanden, samt odlingsbetingelser (det som benämns GAP=Good Agricultural Practice) och hur grönsakerna hanterats. Några sorter med förhållandevis höga nitrathalter är bladgrönsaker som sallat, rucola och spenat, samt vissa rotsaker som rödbeta (Tabell 1). Detta faktum har lett till att EU-gemensamma gränsvärden har införts för vissa sallatssorter samt spenat. Nitrathalterna i grönsaker konsumerade inom EU finns tabellerade i Efsa-dokument från 2008 (EFSA, 2008), och svenska nitrathalter i grönsaker finns redovisade bl a av Merino et al. (1995). Ett urval av grönsaksdata, och hur mycket man kan äta av dessa för att överskrida ADI, ges i Tabell 1.

Nitrathalten i grönsaker som odlas i norra Europa kan ofta vara högre jämfört med den i samma gröda som odlas vid sydligare breddgrader. Oftast har också växthusodlade grönsaker högre nitrathalter jämfört med sådana odlade på friland. Tillagning (ex. kokning, blanchering) kan avsevärt minska den ursprungliga nitrathalten i grönsaken, men används kokvattnet eller motsvarande i matlagningen uppnås ingen minskning av nitratexponeringen. Nitrathalten i frukt

är låg, och kommer inte att nämnvärt påverka totalintaget av nitrat. Nitrithalten i både grönsaker och frukt är obetydlig och utan betydelse för totalintaget.

Konsumenter med högt nitrat/nitrit-intag

Vid en beräkning av exponering för nitrat och nitrit hos vuxna konsumenter i Sverige, baserat på Riksmaten 2010-11, låg mycket få (2 av 1778, d.v.s. ca 0,1 %) över ADI för nitrat, medan ca 7 % av Riksmaten-populationen beräknades ha ett nitritintag över ADI för nitrit, om vi beräknat 5 % omvandling nitrat-nitrit (Darnerud et al., 2014). För barn (4 år) beräknas 12 % ligga över ADI, enligt samma beräkningsgrund (Larsson et al., 2011). Då nitratintaget från grönsaker står för den ojämförligt största delen av det totala nitratintaget, och då omvandlingen nitrat-nitrit betyder mest (mer än 90 % av totalintaget för vuxna) för den slutliga nitritexponeringen, innebär ett ökat grönsaksintag att fler konsumenter riskerar att överskrida ADI för nitrit. Hur stor denna ökning blir är beroende av vilka grönsaker som konsumeras i större mängder, då nitrihalten varierar stort mellan olika grönsakssorter. Det viktiga är därför att äta varierat även av grönsaker, och inte äta för mycket av enbart nitratrika produkter som rucola, rödbeta, spenat och sallat. Det höga nitratinnehållet i vissa smoothies bör också beaktas. Totalintaget av nitrit hos vuxna, inbegripet 5 % omvandling, hos de som ligger på 95:e percentilen är 0,077 mg/kg kroppsvikt (Darnerud et al., 2014), dvs.. strax över ADI för nitrit (0,07 mg/kg kroppsvikt).

Nitritbildning vid lagring av nitratrika livsmedel

Det finns mycket sparsamt med vetenskapliga studier inom detta område. En studie beskriver förvaring av kinesiska grönsaker (bl.a. spenat och kinakål) vid olika temperaturer och hur detta påverkar halter av nitrat och nitrit (Chung et al., 2004). I denna studie ses en ökning av nitrihalter i tre av fyra produkter efter tre dygn i rumstemperatur. Kylskåpsförvaring av samma grönsaker gav ingen ökad nitrihalt. I en annan studie som undersöker nitrihalter i spenat som behandlats på olika sätt erhålls något oklara resultat – vid ett försök med färsk spenat erhöles ingen nitrihöjning mätt under 8 dagars förvaring i rumstemperatur, medan en upprepning av studien, denna gång genomförd under vintermånaderna, ger en övergående och modest ökning av nitrihalten mellan dygn 1 och 7 (Phillips, 1968). Sammantaget tyder dessa studier på att då färska grönsaker förvaras vid rumstemperatur, och även vid lägre temperaturer, kan det ske nedbrytning av växtdelar och därmed nitritbildning, delvis orsakad av bakteriell nitritbildning. En studie som visar på nitrat/nitrihalter över tid efter tillagning har redovisats vid tillverkning av färska grönsaksjuicer (Tamme et al., 2010). Författarna gjorde juicer av morot, kål, rödbeta, rädisa och pumpa, och mätte nitrat- och nitrihalter efter 24 och 48 timmar, både efter förvaring i kylskåp och i rumstemperatur. Vid försöksstart var nitrihalterna i juicerna nära noll, och nitrihalterna var även mycket låga efter 24 timmar i kylskåpstemperatur. Vid förvaring i rumstemperatur hade emellertid nitrihalterna ökat kraftigt och låg kring 100 mg/L för morot och rödbeta, och något lägre (65 mg/L) för rädisa. Juicerna gjorda på kål och pumpa hade betydligt lägre nitrihalter. Enligt författarna kan dessa halter, med det intag av juicerna som rekommenderas av dietister, dvs. 100-300 ml, leda till intag som vida överskrider ADI för nitrit

(upp till 8 gånger, för morotsjuice). Det ska också noteras att omvandling i kroppen av nitrat till nitrit inte är medräknat i detta fall.

Resultaten av studierna antyder alltså att nitrithalterna i nitratrika grönsaker/grönsaksjuicer kan öka efter förvaring i rumstemperatur, samtidigt som man ser en sänkning av nitrathalterna. Vi har anledning att anta att förhållandena för juicer även gäller för andra nitratrika rätter (exempelvis spenatgratäng) och det finns därför fog för att undvika att förvara dessa i rumstemperatur under längre tid.

Referenser

- Avery AA, 1999. Infantile methemoglobinemia: reexamining the role of drinking water nitrates. *Environ. Health Perspect.* 107:583-586
- Chung J-C, Chou S-S, Hwang D-F, 2004. Changes in nitrate and nitrite content of four vegetables during storage at refrigerated and ambient temperatures. *Food Addit. Contam.* 21:317-322
- Darnerud PO, Eneroth H, Glynn A, Ilbäck N-G, Lindblad M, Merino L, 2014. Risk- och nyttovärdering av sänkt halt av nitrit och koksalt i charkuteriprodukter – i samband med sänkt temperatur i kylkedjan. Rapport 13 – 2014, Livsmedelsverket.
- Dietrich M, Block G, Pogoda JM, Buffler P, Hecht S and Preston-Martin S, 2005. A review: dietary and endogenously formed N-nitroso compounds and risk of childhood brain tumors. *Cancer Causes and Control* 16, 619-35.
- EFSA, 2008. Nitrate in vegetables. Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. European Food Safety Authority, adopted on 10 April 2008; *The EFSA Journal* (2008) 689, 1-79.
- EFSA, 2017a. Mortensen A, Aguilar F, Crebelli R et al.; Scientific opinion: Re-evaluation of sodium nitrate (E 251) and potassium nitrate (E 252) as food additive. *EFSA Journal*, doi: 10.2903/efsa.2017.4787
- EFSA, 2017b. Mortensen A, Aguilar F, Crebelli R et al.; Scientific opinion: Re-evaluation of potassium nitrite (E 249) and sodium nitrite (E 250) as food additive. *EFSA Journal*, doi: 10.2903/efsa.2017.4786
- Eisenbrand G, Spiegelhalter B, Preussmann R, 1980. Nitrate and nitrite in saliva. *Oncology* 37, 227-31.
- Ellen G, Schuller PL, 1983. Nitrate, origin of continuous anxiety. In: *Das Nitrosamin Problem*. R. Preussmann (ed.), Deutsche Forschungsgemeinschaft, Verlag Chemie GmbH, Weinheim, 97-134.
- FAO/WHO, 2003a. Nitrate (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds). WHO Food Additive series 50, Geneva: World Health Organisation, <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je06.htm>
- FAO/WHO, 2003b. Nitrite (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds). Geneva, Switzerland: World Health Organisation 2003b.
- Grosse Y, Baan R, Straif K, Secretan B, El Ghissassi F, Coglianò V, 2006. Carcinogenicity of nitrate, nitrite, and cyanobacterial peptide toxins. *The Lancet Oncology* 7, 628-29.
- Health Canada, 2013. Guidelines for Canadian drinking water quality: Guideline technical document – nitrate and nitrite. Ottawa (ON), osv. (Se WHO Guideline doc.)
- Hoon MW, Johnson NA, Chapman PG, Burke LM, 2013. The effect on nitrate supplementation on exercise performance in healthy individuals: A systematic review and meta-analysis. *Int. J. Sport Nutr. Exercise Metab.* 23:522-532
- Larsson K, Darnerud PO, Ilbäck, N-G, Merino L, 2011. Estimated dietary intake of nitrite and nitrate in Swedish children. *Food Addit. Contam.* 28, 659-666.

Lehman AJ, 1958. Quarterly reports to the editor on topics of current interest. Nitrates and Nitrites in meat products. Quarterly Bulletin of the association of Food and Drug Officers, 22, 136-138.

Maekawa A, Ogiu T, Onodera H, Furuta K, Matsuoka C, Ohno Y and Odashima S, 1982. Carcinogenicity studies of sodium nitrite and sodium nitrate in F-344 rats. Food and Chemical Toxicology, 20, 25–33.

Merino L, Sandberg E, Darnerud PO, 1995. Låga nitrathalter i svenska grönsaker. Vår Föda 7, 24-28.

Merino L, Darnerud PO, Toldrá F and Ilbäck N-G, 2016. Time-dependent deletion of nitrite in pork, beef and chicken meat products affects nitrite intake estimations. Food Addit. Contam. 33, 186-192.

NTP (National Toxicology Program), 2011. Report on Carcinogens. 12th Edition. Department of Health and Human Services, USA. 302 pp. Available online: <http://ntp.niehs.nih.gov/go/roc12>

Phillips WEJ, 1968. Changes in the nitrate and nitrite contents of fresh and processed spinach during storage. J. Agric. Food Chem. 16:88-91.

SCF (Scientific Committee for Food), 1997. Reports of the Scientific Committee for Food (38th series). Opinions of the Scientific Committee for Food on: nitrates and nitrite, draft Commission Directive laying down specific purity criteria on food additives other than colours and sweeteners, cyclamic acid and its sodium and calcium salts, the safety in use of 1,1,1,2-tetrafluoroethane as a solvent for flavour extraction and Bovine Spongiform Encephalopathy. Opinion on nitrates and nitrite expressed on 22 September 1995) report dated 1997.

Svensson K, Beckman-Sundh U, Darnerud PO et al., 2009. Kemisk riskprofil för dricksvatten. SLV rapport 14 – 2009 (60 pp.)

Tamme T, Reinik M, Pussa T, Roasto M, Meremäe K, Kiis A, 2010. Dynamics of nitrate and nitrite content during storage of home-made and small-scale industrially produced raw vegetable juices and their dietary intake. Food Addit. Contam. 27:487-495

Walley T, Flanagan M, 1987. Nitrite-induced methaemoglobinaemia. Postgrad. Med. J. 63, 643-644.

WCRF, 2007. World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. Washington DC: AICR, 2007.

Tabell 1. Indelning av vanligt förekommande grönsaker i tre grupper baserad på uppmätta nitrathalter, enligt litteraturdata (svenska data - Merino et al., 1995; EU-data (kursiverade) - EFSA, 2008). Låga halter: <350 mg; medelhöga: 350-1000 mg; höga: >1000 mg. Vid konsumtionsberäkningar har inga andra nitrat/nitrit-källor beaktats.

Grönsakssort	Nitrat halt mg/kg		Konsumtion för barn/vuxen (i gram) motsvarande	
	Medelv.	Spridning (min-max)	Nitrat-ADI ⁽¹⁾	Nitrit-ADI e. omvandl. ⁽²⁾
HÖG				
Sallat, huvud-	1724	59-3332	38/129	15/49
Spensat, helblad förv.	1010	782-1161	66/220	25/83
<i>Sallat, flertal sorter</i>	<i>>1000</i>	<i>max 19 000(!)</i>		
<i>Rucola</i>	<i>4677</i>	<i>30-13097</i>	<i>14/47</i>	<i>5/18</i>
<i>Basilika</i>	<i>2206</i>	<i>54-5500</i>	<i>30/101</i>	<i>11/38</i>
<i>Blad, rödbeta</i>	<i>1690</i>	<i>1-6312</i>	<i>39/131</i>	<i>16/52</i>
<i>Endive</i>	<i>1465</i>	<i>0-5085</i>	<i>45/152</i>	<i>17/57</i>
<i>Dill</i>	<i>1332</i>	<i>9-5025</i>	<i>50/167</i>	<i>19/63</i>
MEDEL				
Sallads(kina)kål	899	281-1456	74/247	28/93
Isbergssallat	864	98-2102	77/257	29/97
Purjolök	535	16-1000	124/415	47/157
Spensat, hackad förv.	486	268-812	137/457	52/173
Rödbeta	486	102-1418	137/457	52/173
Vitkål	379	43-681	176/586	66/222
<i>Rädisa</i>	<i>968</i>	<i>0-14060</i>	<i>69/229</i>	<i>26/87</i>
<i>Persilja</i>	<i>947</i>	<i>1-8234</i>	<i>70/234</i>	<i>27/89</i>
<i>Zucchini</i>	<i>416</i>	<i>1-1329</i>	<i>160/534</i>	<i>61/202</i>
<i>Bönor, bryt-</i>	<i>392</i>	<i>5-1090</i>	<i>170/566</i>	<i>64/214</i>
<i>Rotselleri</i>	<i>390</i>	<i>10-1306</i>	<i>171/569</i>	<i>65/215</i>
LÅG				
Broccoli	301	30-832	221/737	84/279
Gurka	179	8-350	372/1,2 kg	141/469
Morot	165	0-280	404/1,3 kg	153/509
Blomkål	139	15-299	479/1,6 kg	181/604
Potatis	47	0-137	1,4 kg/4,7 kg	536/1,8 kg
Tomat	4	0-16	17 kg/56 kg	6,3 kg/21 kg
<i>Aubergine</i>	<i>314</i>	<i>4-2161</i>	<i>212/707</i>	<i>80/268</i>
<i>Gul lök</i>	<i>142</i>	<i>1-3800</i>	<i>469/1,6 kg</i>	<i>177/592</i>
<i>Paprika</i>	<i>109</i>	<i>1-3481</i>	<i>611/2 kg</i>	<i>231/771</i>
<i>Palsternacka</i>	<i>83</i>	<i>1-749</i>	<i>802/2,7 kg</i>	<i>304/1 kg</i>
<i>Sockerärt</i>	<i>30</i>	<i>1-2130</i>	<i>2,2 kg/7,4 kg</i>	<i>840/2,8 kg</i>

1) Nitrat-ADI= 3,7 mg/kg kroppsvikt

2) Nitrit-ADI= 0,07 mg/kg kroppsvikt. 5% beräknad omvandling nitrat-nitrit

ADI = acceptabelt dagligt intag

Vid konsumtionsberäkningarna av nitrit/nitrit-ADI har antagits en kroppsvikt av 18 kg för barn och 60 kg för vuxna.

Bilaga 1

Bedömning av risker med att dricka vatten från egen brunn som innehåller nitrat/nitrit

Specifika frågor: Finns det risker för barn/vuxna att dricka ett vatten som innehåller nitrat och nitrit under gällande riktvärden? (fråga från Råd- och beredskapsavdelningen)

För att besvara ovanstående fråga utgår vi från vissa erkända rikt- och gränsvärden, nämligen a) det acceptabla dagliga intaget (ADI) för nitrat och nitrit som Efsa (och tidigare även FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)) tagit fram; och b) EU:s harmoniserade riktvärden för nitrat och nitrit i dricksvatten, uppdelat i otjänligt samt tjänligt med anmärkning.

Underlagsdata:	Nitrat	Nitrit
a) ADI (mg/kg bw/dag)	3,7	0,07
b) Riktvärde i dricksvatten, otjänligt (mg/L)	50	0,5
” , tjänligt m. anmärkn. (mg/L)	20	0,1

Toxiska effekter av nitrat och nitrit

JECFA beräknade för nitrat ett NOAEL på 370 mg/kg/dag baserat på en viss tillväxthämning på råttor i en 2-årsstudie (Lehman, 1958, ADI sattes med en osäkerhetsfaktor av 100). Scientific Committee for Food (SCF) har tagit fram ett motsvarande ADI från en långtidsstudie på råttor (Maekawa et al., 1982). Både SCF och JECFA har utifrån ovanstående resultat tagit fram ett ADI för nitrat på 3,7 mg/kg/dag (FAO/WHO, 2003a; SCF, 1995). I den nya riskbedömningen av nitrat/nitrit som utförts av EFSA 2016-17 slås fast att tidigare gällande ADI (SCF, 1995) bör fortsatt gälla då det fortfarande finns otillräckliga data för att ersätta detta med ett nytt ADI (EFSA, 2017a). Det gällande ADI är grundat på djurstudier (se ovan) men EFSA diskuterar även detta ADI i förhållande till methemoglobineffekter (metHb) hos människa.

För nitrit gällde tidigare att ADI (0,06 mg/kg/dag; SCF, 1995) grundades på effekter av nitrit på hjärta och lunga som observeras i studier på råttor. Dessa effekter har dock ifrågasatts, och i den nya EFSA-bedömningen (EFSA, 2017b) utgår man istället från effekter på methemoglobinhalt i blodet hos råttor. Som utgångspunkt väljs en fördubbling av metHb-halten jämfört med bakgrundshalten, och med en säkerhetsfaktor på 100 erhålls 1 mg NaNO₃/kg kroppsvikt/dag (eller 0,07 mg nitritjon/kg kroppsvikt). Oavsett beräkningsmetod blir alltså ADI 0,07 mg/kg kroppsvikt och är därmed oförändrat.

Ett försämrat syreupptag i blodet orsakat av påverkan av nitrit på hemoglobinet (methemoglobinemi) har observerats särskilt hos små barn efter exponering för nitrit, men även för nitrat (som omvandlas till nitrit i kroppen), exempelvis när nitrit/nitrat-förorenat dricksvatten

används till bröstmjölk ersättning. Blåfärgning av fingrar och nästipp har samtidigt noterats ("blue babies"). Denna effekt kan även åstadkommas hos djur.

På grund av små barns större känslighet för nitrat/nitrit ska ADI-värdena för nitrit- och nitrat inte tillämpas för barn som är 3 månader och yngre. Sambandet mellan nitrit/nitrat och canceruppkomst har ansetts för osäkert för att användas som bas för att sätta ett ADI.

Observera att EFSA:s nya riskbedömning för nitrat och nitrit enbart gäller dessa ämnen som tillsatser i livsmedel, och vid exponeringsbedömning har inte nitrit och nitratbidrag från andra källor räknats in. Det är EFSA:s bedömning att "...if all sources of dietary nitrate exposure are considered (food additive, natural presence and contamination),) the ADI will be exceeded for all age groups at the mean and highest exposure." Detta kommenteras inte ytterligare i Efsas utvärdering av nitrat och nitrit.

Exponeringsuppskattningar för nitrat och nitrit hos den svenska befolkningen

Det är i första hand nitrit som står för de toxiska, oönskade effekterna i djur och människa, men det är ändå viktigt att ha kontroll på nitratintaget. En viss del av det nitrat som vi får i oss omvandlas nämligen i kroppen till nitrit. Det har uppskattats att ca 25 % av intaget nitrat utsöndras i saliv från människa, varav ca 20 % är reducerad till nitrit, dvs ca 5 % av det totala intaget av nitrat. Experter brukar räkna med en femprocentig omvandling (Eisenbrand et al., 1980) men större omvandlingstal nämns också (9 % diskuteras i Efsas nya riskbedömning). Osäkerheten kring denna omvandling är olycklig, då den är avgörande för den slutliga riskbedömningen av den totala nitritexponeringen. I de beräkningar som ges i denna sammanställning har vi använt den mest använda omvandlingsfaktorn på 5 %.

I en vetenskaplig artikel från Livsmedelsverket presenteras beräkningar av intag hos svenska barn av nitrit (från charkvaror), nitrat (från grönsaker, vatten och charkvaror), samt det beräknade totala intaget av nitrit, vid en antaglig femprocentig överföring av nitrat till nitrit i kroppen (Larsson et al., 2011; grundad på Riksmaten barn 2003). Halten nitrat i dricksvatten har beräknats till 3,2 mg/l (medelvärde av analyser från 238 kommunala vattenverk) och vattenkonsumtionen beräknades till 1 L/dag hos 4-5-åringar. Om intaget av enbart nitrit från charkvaror studeras, ligger medelvärde/95 percentil-intaget av nitrit på 0,01/0,03 för 4-5-åringar, redovisat i mg nitrit/kg kroppsvikt/dag (dessa intag ligger under ADI på 0,07 mg/kg kroppsvikt/dag). Om man däremot beräknar nitritexponeringen efter att ha lagt till bidraget från nitrat, efter en femprocentig överföring till nitrit, får man en betydligt högre kroppsbelastning, nämligen 0,04/0,08 för denna åldersgrupp, vilket innebär att 12 % av 4-åringarna överskrider nitrit-ADI. Enligt denna beräkning utgör bidraget från charkvaror cirka 30 % av den totala nitritexponeringen hos barnen, medan exponeringen från i första hand grönsaker, efter omvandling från nitrat, står för den största delen, cirka 70 %.

En liknande beräkning har även gjorts för vuxna, grundad på kostundersökningen Riksmaten 2010-11 (Darnerud et al., 2014). Då en nitratomvandling till nitrit på 5 % har använts, ser vi även här att vissa individer överskrider ADI för nitrit. Enligt våra beräkningar ligger ca 7 % av vuxna konsumenter över ADI, vilket kan synas något överraskande. Detta kan dock bero på att nästan 90 % av den totala nitritexponeringen kommer från omvandling av grönsaker, frukt och vatten, och i detta fall har en noggrann beräkning av grönsaksintaget utförts.

Scenarioberäkningar

Våra scenarioberäkningar grundar sig på ett tänkt intag av vatten som innehåller nitrat och nitrit i halter motsvarande gränsen för otjänlighet, respektive gränsen för tjänligt med anmärkning. Då barn kan komma att dricka mer vatten per kg kroppsvikt är det viktigt att dessa konsumenter kommer med i beräkningarna. Följande konsumentgrupper har inkluderats:

- A. Spädbarn 6 mån., 5 kg, erhåller bröstmjölk ersättning, dricker 0,7 L/dag. Ev. smakportioner bortses från. ADI-värden antas gälla även för barn i denna ålder.
- B. 4-årigt barn, 18,2 kg, dricker 1 L per dag
- C. Vuxen konsument, 60 kg, konsumerar 2 L vatten/dag

Antagande om följande vattenhalter ligger till grund för beräkningarna:

- I. Vattnet innehåller 50 mg nitrat/L (men inget nitrit)
- II. Vattnet innehåller 20 mg nitrat/L (men inget nitrit)
- III. Vattnet innehåller 0,5 mg nitrit/L (men inget nitrat)
- IV. Vattnet innehåller 0,1 mg nitrit/L (men inget nitrat)

Vi har beräknat nitrat/nitrit-intaget från vatten (I-IV) samt adderat intaget från andra viktiga källor och samtidigt räknat med en omvandling på 5 % nitrat-nitrit vid beräkning av nitritexponering, för de tre tänkta konsumentgrupperna (A-C). Den fullständiga beräkningen finns i Appendix, och resultatet ges i korthet i nedanstående figur, där grönt innebär att medelintaget är lägre än ADI medan rött betyder att medelintaget är över ADI (gult innebär gränsfall). Observera dock att eftersom intaget från övriga källor är baserade på medelvärden, kan ett nitrat/nitrit-intag som i vår beräkning ligger under ADI ändå innebära att vissa individer (med forthållandevis höga intag av nitrat/nitrit) överskrider ADI.

		Vatten-nitrat		Vatten-nitrit	
		50mg/L (I)	20 mg/L (II)	0,5 mg/L (III)	0,1 mg/L (IV)
Spädbarn (A)	Nitrat-ADI	>ADI	<ADI		
	Nitrit-ADI	>ADI	>ADI	<ADI	<ADI
Barn, 4 år (B)	Nitrat-ADI	<ADI	<ADI		
	Nitrit-ADI	>ADI	>ADI	=ADI	<ADI
Vuxen (C)	Nitrat-ADI	<ADI	<ADI		
	Nitrit-ADI	>ADI	<ADI	<ADI	<ADI

Ett överskridande av ADI (rödmarkerat) grundar sig således på halter av nitrat/nitrit i vatten som är lika med gränsen för otjänlighet resp. tjänlighet med anmärkning. Överskridanden sker i första hand av nitrit-ADI efter exponering för nitrat i vatten samt övriga livsmedel, samt en beräknad 5 % omvandling av nitrat till nitrit.

Slutsats

- Enligt ovanstående tabell ger intag av nitralthaltigt vatten, i halter lika med gränsen för otjänlighet respektive tjänlighet med anmärkning, överskridande av i första hand nitrit-ADI, när vi även räknar med nitratintag från andra källor, samt 5 % omvandling av nitrat-nitrit. Enligt våra beräkningar ger nitralthalter i vatten motsvarande de två gränsnivåerna däremot inga överskridanden av nitrat-ADI, utom i ett fall (spädbarn, 50 mg/L nitrat i vattnet).
- Vi grundar våra beräkningar på medelvärden, och visar inte spridningen i konsumtionsgruppens exponering. Det kan innebära att högexponerade individer kommer att överskrida ADI vid ett scenario där medelintaget ligger under ADI.

- Beräkningarna är i samtliga fall grundade på förekomst antingen av nitrat eller nitrit i vatten, och inte båda samtidigt. Om samtidig förekomst av nitrat och nitrit äger rum, kan detta komma att ge ett ökat totalt intag och en möjlig ytterligare hälsomässig påverkan, men detta intag har inte beräknats då ett sådant scenario kan variera mycket och därmed är svårt att specificera.
- I ADI-värdet finns inbyggda säkerhetsfaktorer. Ett överskridande av ADI innebär därför inte att skadliga hälsoeffekter inträffar hos den aktuella konsumenten, utan att säkerhetsmarginalen minskar och att risken för att hälsoeffekter ska uppstå ökar något (beroende på hur stort överskridande vi har). När det gäller omvandlingsfaktorn (5 %) är den osäker men det är en allmänt accepterad faktor och därmed det bästa vi har att använda idag. Att inte räkna med denna omvandling anser vi vore oansvarigt i riskbedömnings-sammanhang.
- Nyttiaspekter, eller OLFs (other legitimate factors), har inte vägts in i bedömningen. Det kan exempelvis gälla det faktum att ökat nitratintag tycks ha en positiv inverkan på viss fysisk prestation, samt att grönsaker, som innehåller en mängd nyttiga ämnen förutom att de innehåller nitrat (i varierande halt), generellt bör konsumeras i stor mängd.

Referenser

Darnerud, P.O., Eneroth, H., Glynn, A., Ilbäck, N.-G., Lindblad, M., Merino, L., 2014. Risk- och nyttovärdering av sänkt halt av nitrit och koksalt i charkuteriprodukter. Livsmedelsverket rapport 13 – 2014.

EFSA, 2017a. Mortensen A, Aguilar F, Crebelli R et al.; Scientific opinion: Re-evaluation of sodium nitrate (E 251) and potassium nitrate (E 252) as food additive. EFSA Journal, doi: 10.2903/efsa.2017.4787

EFSA, 2017b. Mortensen A, Aguilar F, Crebelli R et al.; Scientific opinion: Re-evaluation of potassium nitrite (E 249) and sodium nitrite (E 250) as food additive. EFSA Journal, doi: 10.2903/efsa.2017.4786

Eisenbrand G, Spiegelhalder B, Preussmann R. Nitrate and nitrite in saliva. Oncology. 1980;37(4):227-31.

FAO/WHO. Nitrate (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds). Geneva, Switzerland: World Health Organisation 2003a.

FAO/WHO. Nitrite (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds). Geneva, Switzerland: World Health Organisation 2003b.

Larsson, K., Darnerud, P.O., Ilbäck, N.-G., Merino, L., 2011. Estimated dietary intake of nitrite and nitrate in Swedish children. Food Add. Contam. 28:659-666.

Lehman AJ. Quarterly reports to the editor on topics of current interest. Nitrates and Nitrites in meat products. Quarterly Bulletin of the association of Food and Drug Officers. 1958;22:136-8.

Maekawa A, Ogiu T, Onodera H, Furuta K, Matsuoka C, Ohno Y and Odashima S, 1982. Carcinogenicity studies of sodium nitrite and sodium nitrate in F-344 rats. Food Chem Toxicol, 20, 25-33.

SCF. Opinion of the Scientific Committee for Food on nitrate and nitrite pp 1-33 (expressed on 22 September 1995). 1995.

Appendix

A. Spädbarn 6 mån., 5 kg, erhåller bröstmjölk ersättning, dricker 0,7 L/dag. Ev. smakportioner bortses från. ADI-värden antas gälla även för barn i denna ålder.

- I. Antag: Vattnet innehåller 50 mg nitrat/L (men inget nitrit)
 - a. Högsta acceptabla nitrat-intag (ADI-nitrat) är: $3,7 \times 5 \text{ kg} = 18,5 \text{ mg/dag}$
Faktiskt nitratintag: $0,7 \times 50 \text{ mg} = 35 \text{ mg/dag}$
Slutsats: Intaget av nitrat ligger ungefär på dubbla ADI-nitrat, vilket inte är acceptabelt.
 - b. Högsta acceptabla nitrit-intag (ADI-nitrit) är $0,07 \times 5 \text{ kg} = 0,35 \text{ mg/dag}$
Faktiskt nitrit-intag, efter omvandling: $0,7 \times (0,05 \times 50) \text{ mg} = 1,75 \text{ mg/dag}$
Slutsats: Intaget av nitrit, efter nitratomvandling, är 5 ggr ADI-värdet, dvs. ej acceptabelt.

- II. Antag: Vattnet innehåller 20 mg nitrat/L (men inget nitrit)
 - a. Högsta acceptabla nitrat-intag (ADI-nitrat) är: $3,7 \times 5 \text{ kg} = 18,5 \text{ mg/dag}$
Faktiskt intag: $0,7 \times 20 \text{ mg} = 14 \text{ mg/dag}$
Slutsats: Intaget av nitrat ligger strax under ADI, dvs. acceptabelt
 - b. Högsta acceptabla nitrit-intag (ADI-nitrit) är $0,07 \times 5 \text{ kg} = 0,35 \text{ mg/dag}$
Faktiskt nitrit-intag, efter omvandling: $0,7 \times (0,05 \times 20) \text{ mg} = 0,70 \text{ mg/dag}$
Slutsats: Intaget av nitrit, efter nitratomvandling, är dubbla ADI-värdet, dvs. ej acceptabelt.

- III. Antag: Vattnet innehåller 0,5 mg nitrit/L (men inget nitrat)
Högsta acceptabla nitrit-intag (ADI-nitrit) är: $0,07 \times 5 \text{ kg} = 0,35 \text{ mg/dag}$
Faktiskt intag: $0,7 \times 0,5 \text{ mg} = 0,35 \text{ mg/dag}$
Slutsats: Intaget av nitrit ligger precis vid ADI, dvs med tvekan acceptabelt.

- IV. Antag: Vattnet innehåller 0,1 mg nitrit/L (men inget nitrat)
Högsta acceptabla nitrit-intag (ADI-nitrit) är: $0,07 \times 5 \text{ kg} = 0,35 \text{ mg/dag}$
Faktiskt intag: $0,7 \times 0,1 \text{ mg} = 0,07 \text{ mg/dag}$
Slutsats: Intaget av nitrit ligger betydligt under ADI, dvs acceptabelt intag.

B. 4-årigt barn, 18,2 kg, dricker 1 L per dag

- I. Antag: Vattnet innehåller 50 mg nitrat/L (men inget nitrit)
 - a. Högsta acceptabla nitrat-intag (ADI-nitrat) är: $3,7 \times 18,2 \text{ (kgbw)} = 67,3 \text{ mg/dag}$
Faktiskt intag från vatten: $1,0 \times 50 \text{ mg} = 50 \text{ mg/dag}$
Addera intag från mat (Larsson et al., 2011): $11,7 + 50 = 61,7 \text{ mg/dag}$
Slutsats: Intaget av nitrat från vatten ligger, även om medelintaget av nitrat från livsmedel inkluderas, under ADI, även om marginalen inte är stor. Om spridningen i nitratintag från livsmedel beaktas, kommer en viss andel av 4-åringarna att ligga över ADI, vatten och livsmedel adderat.
 - b. Högsta acceptabla nitrit-intag (ADI-nitrit) är $0,07 \times 18,2 \text{ (kgbw)} = 1,27 \text{ mg/dag}$
Faktiskt nitritintag från vatten, efter omvandling: $1,0 \times (0,05 \times 50) \text{ mg} = 2,50 \text{ mg/dag}$

Efter addition av nitrit i charkprodukter samt en omvandling av nitrat i övriga livsmedel (se Larsson et al., 2011): $2,50 + 0,78 = 3,28$ mg/dag.

Slutsats: Det faktiska nitritintaget ligger, speciellt om även livsmedelsexponering inkluderas, betydligt över ADI-för nitrit, dvs oacceptabelt.

- II. Antag: Vattnet innehåller 20 mg nitrat/L (men inget nitrit)
- a. Högsta acceptabla intag (ADI-nitrat) är: $3,7 \times 18,2$ (kgbw) = 67,3 mg/dag
Faktiskt intag: $1,0 \times 20$ mg = 20 mg/dag
Addera intag från mat: $11,7 + 20 = 31,7$ mg/dag
Slutsats: Intaget av nitrat från vatten ligger, även om medelintaget av nitrat från livsmedel inkluderas, betydligt under ADI. Om spridningen i nitratintag från livsmedel beaktas bör ändå intaget ligga under ADI-värdet.
- b. Högsta acceptabla nitrit-intag (ADI-nitrit) är $0,07 \times 18,2$ (kgbw) = 1,27 mg/dag
Faktiskt nitritintag från vatten, efter omvandling: $1,0 \times (0,05 \times 20)$ mg = 1,0 mg/dag
Efter addition av nitrit i charkprodukter samt en omvandling av nitrat i övriga livsmedel (se Larsson et al., 2011): $1,0 + 0,78 = 1,78$ mg/dag.
Slutsats: Intaget från enbart vatten ligger under ADI, men inkluderas exponering från livsmedel kommer ADI att överskridas. Då vi har en spridning i nitritexponering från livsmedel kommer vissa individer att ligga betydligt över medianen 1,78 mg/dag.
- III. Antag: Vattnet innehåller 0,5 mg nitrit/L (men inget nitrat)
Högsta acceptabla nitrit-intag (ADI-nitrit) är: $0,07 \times 18,2$ (kgbw) = 1,27 mg/dag
Faktiskt intag: $1,0 \times 0,5$ mg = 0,5 mg/dag
Addera omvandling från nitrit i charkprodukter samt en 5%ig omvandling av nitrat i övriga livsmedel (se Larsson et al., 2011). Totalt nitritintag: $0,5 + 0,78 = 1,28$ mg/dag
Slutsats: Intaget av nitrit, om omvandling från nitrat inkluderas, ligger precis på ADI-värdet. Då vi har en spridning i intag av charkvaror samt nitratintag från livsmedel, kommer en betydande andel av barn i detta scenario att ligga över ADI, dvs ej acceptabelt. Vid en normalhalt av nitrat i dricksvatten ligger enligt tidigare beräkningar ca 12% av 4-åringarna över ADI (Larsson et al., 2011).
- IV. Antag: Vattnet innehåller 0,1 mg nitrat/L (men inget nitrat)
Högsta acceptabla nitrit-intag (ADI-nitrit) är: $0,07 \times 18,2$ (kgbw) = 1,27 mg/dag
Faktiskt intag: $1,0 \times 0,1$ mg = 0,1 mg/dag
Addera omvandling från nitrit i charkprodukter samt en 5%ig omvandling av nitrat i övriga livsmedel (se Larsson et al., 2011). Totalt nitritintag: $0,1 + 0,78 = 0,88$ mg/dag.
Slutsats: Intaget av nitrit, om omvandling från nitrat inkluderas, ligger under ADI, dvs acceptabelt intag. Då vi enligt ovan resonemang har en spridning i intag kommer troligen vissa barns totala nitritintag ändå att komma över ADI.

C. Vuxen konsument, 60 kg, konsumerar 2 L vatten/dag

Det kroppsviktsrelaterade intaget av nitrat och nitrit från vatten hos vuxna betyder relativt sett mindre jämfört med barn, men intag av vatten innehållande nitrat- och nitritvärden vid riktvärdena kommer ändå att spela roll för det totala intaget. Enligt tidigare beräkningar utifrån uppmätta nitrat- och nitrithalter i grönsaker, frukt och charkuterier samt en

omvandling från nitrat till nitrit, ligger 7% av den vuxna konsumenterna över ADI för nitrit (Darnerud et al., 2014).

- I. Antag: Vattnet innehåller 50 mg nitrat/L (men inget nitrit)
 - a. Högsta acceptabla nitrat-intag (ADI-nitrat) är $3,7 \times 60$ (kgbw) = 222 mg/dag
Faktiskt intag från vatten: 2×50 mg = 100 mg/dag
Addera intag från mat: 26,4 (Darnerud et al., 2014) + 100 = 126,4 mg/dag
Slutsats: Nitratintaget, även med addition av mat, ligger betydligt under ADI-värdet, dvs. acceptabelt.
 - b. Högsta acceptabla nitrit-intag (ADI-nitrit) är $0,07 \times 60$ (kgbw) = 4,2 mg/dag
Faktiskt intag från vatten, efter omvandling: $2 \times (0,05 \times 50)$ mg/dag = 5 mg/dag
Addera intag från mat, dvs från charkuterier samt från frukt o grönt efter omvandling (Darnerud et al., 2014): $1,44 + 5 = 6,44$ mg/dag
Slutsats: Intaget av nitrit, efter omvandling från nitrat ligger över ADI för nitrit, dvs. oacceptabelt. Addition av nitrit från mat, inkl. omvandling, ger en viss ökning, men ej dramatisk.

- II. Antag: Vattnet innehåller 20 mg nitrat/L (men inget nitrit)
 - a. Högsta acceptabla nitrat-intag (ADI-nitrat) är $3,7 \times 60$ (kgbw) = 222 mg/dag
Faktiskt intag från vatten: 2×20 mg = 40 mg/dag
Addera intag från mat: 26,4 (Darnerud et al., 2014) + 40 = 66,4 mg/dag
Slutsats: Nitratintaget, även med addition av mat, ligger betydligt under ADI-värdet, dvs. acceptabelt.
 - b. Högsta acceptabla nitrit-intag (ADI-nitrit) är $0,07 \times 60$ (kgbw) = 4,2 mg/dag
Faktiskt intag från vatten, efter omvandling: $2 \times (0,05 \times 20)$ mg/dag = 2 mg/dag
Addera intag från mat, dvs från charkuterier samt från frukt o grönt efter omvandling (Darnerud et al., 2014): $1,44 + 2 = 3,44$ mg/dag
Slutsats: Intaget av nitrit, efter omvandling från nitrat ligger under ADI för nitrit, dvs. acceptabelt.

- III. Antag: Vattnet innehåller 0,5 mg nitrit/L (men inget nitrat)

Högsta acceptabla nitrit-intag (ADI-nitrit) är: $0,07 \times 60$ (kgbw) = 4,2 mg/dag
Faktiskt intag från vatten: $2,0 \times 0,5$ mg = 1 mg/dag
Addera intag från mat, dvs från charkuterier samt från frukt o grönt efter omvandling (Darnerud et al., 2014): $1,44 + 1 = 2,44$ mg/dag
Slutsats: Intaget av nitrit, om omvandling från nitrat inkluderas, ligger under ADI-värdet, dvs acceptabelt

- IV. Antag: Vattnet innehåller 0,1 mg nitrit/L (men inget nitrat)

Högsta acceptabla nitrit-intag (ADI-nitrit) är: $0,07 \times 60$ (kgbw) = 4,2 mg/dag
Faktiskt intag från vatten: $2,0 \times 0,1$ mg = 0,2 mg/dag
Addera intag från mat, dvs från charkuterier samt från frukt o grönt efter omvandling (Darnerud et al., 2014): $1,44 + 0,2 = 1,64$ mg/dag
Slutsats: Intaget av nitrit, om omvandling från nitrat inkluderas, ligger betydligt under ADI-värdet, dvs acceptabelt.



www.livsmedelsverket.se