Undersökning av kadmiumhalter i barngröt och modersmjölkersättning

Examensarbete i Miljö- och hälsoskydd, 15 hp

Ninni Andersson

2009

Handledare:

Nils-Bo Nilsson
Livsmedelsteknik
Campus Helsingborg

Abstract

Cadmium is a toxic metal that occurs naturally in the environment. The concentrations have been elevated by human activities. Spreading of cadmium rich phosphorous fertilizers on agricultural land and atmospheric deposition of cadmium originating from industries have been the two largest sources. Cadmium is highly soluble in soil and is easily taken up by plants. The most important factors for high cadmium concentrations in plants are the concentrations in soil and the pH.

The cadmium exposure for non-smokers is mainly originates from the diet. Cadmium rich foods are seafood, liver and kidney. Cereals, especially wheat have the largest contribution of cadmium to the diet because of the large consumption of these foods. The effects on health caused by cadmium exposure are kidney damage and damage on bone tissues. Cadmium exposure can cause cancer and may affect the development in children. The specific effects on the health of small children are not fully known. Studies indicate that their central nerve system may be affected. Small children are more vulnerable to toxic metals and their uptake of cadmium might be different than that of adults.

The European Food Safety Authority (EFSA) has established a recommended tolerable weekly intake (TWI) of 2,5µg/ kg body weight. The TWI is much lower than the earlier provisional tolerable weekly intake (PTWI) of 7 µg/ kg body weight, established by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA).

In this study the cadmium concentrations in formula and children's porridge was investigatet. 16 products based on whole-wheat, wheat, rice meal and whey powder were analyzed. The products were produced by two different companies, Semper and Nestlé. The samples were analyzed of cadmium by Alcontrol laboratories. The cadmium concentrations in the products were compared with the TWI set by the EFSA.

All of the formulas based on whey powder had cadmium concentrations below the detection limit, 1µg/kg. Three of the children´s porridges based on wheat meal and one of the porridges based on rice meal were below the detection limit as well. The cadmium concentrations in the remaining children´s porridges varied between 12- 21 µg/kg. One of the porridges caused a cadmium intake that exceeded the TWI for the recommended age if the entire energy requirement was covered by the porridge (excluding cadmium contribution by water).

When cadmium contribution by water in the preparation of the dish was included the TWI was exceeded for several porridges. At cadmium concentrations of 1µg/l the cadmium intake, for the recommended age and total energy requirement, varied between 2- 3,3 µg/ kg body weight and week. All of the products were calculated to exceed the TWI when the cadmium concentration in added water was set to 2 µg/l.

Cadmium concentrations in children's porridge might have decreased some but are still too high. Several of the analyzed products resulted in cadmium intakes close to or above the TWI set by EFSA. Cadmium concentrations in soil and crop need to decrease further to ensure that children's cadmium intake stay below the TWI.

Innehållsförteckning

Abstract ... 3
Inledning ... 7
1. Litteraturdel ... 8
Kadmium i naturen ... 8
Förekomst och källor ... 8
Exponering ... 9
Utveckling av kadmiumhalterna i åkermark ... 9
Vad avgör kadmiumhalten i grödor ... 9
Halter i olika livsmedel ... 10
Vete ... 11
Ris ... 13
Vatten ... 13
Hälsorisker ... 15
Hälsoeffekter ... 15
Upptag ... 16
Känsliga grupper och säkerhetsmarginaler ... 16
Lagstiftning och rekommenderat tolerabelt veckointag ... 17
The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA ... 17
The European Food Safety Authority, EFSA ... 17
Lagstiftning ... 18
Miljömålet giftfri miljö ... 19
Åtgärder ... 19
Genomförda åtgärder ... 19
Framtida åtgärder ... 20
Riskgruppen barn ... 21
Barnmat ... 21
Hälsoeffekter bland barn ... 24
2. Egen undersökning ... 25
Metod och material ... 25
Resultat ... 26
Diskussion ... 29
Viktigaste slutsatser ... 33
Källförteckning ... 34
Bilaga 1. Provtagna barnmatsprodukter ... 36
Bilaga 2. Barns energibehov enligt WHO ... 41

Inledning

Syftet med arbetet var dels att göra en egen undersökning för att ta reda på vilken kadmiumhalt som barnmatsprodukter på marknaden innehåller och dels att göra en litteraturstudie om kadmiumproblematiken, vilka halter som finns i dagens livsmedel, hur utvecklingen ser ut och vilka halter som kan förväntas i framtiden.

Den egna undersökningen begränsades till barnmatsprodukter i form av modersmjölksersättning och barngrötsprodukter med stort innehåll av rismjöl, vetemjöl och grahamsmjöl. Därefter jämfördes produkternas bidrag till små barns kadmiumintag med det nya gränsvärdet för kadmiumintag från The European Food Safety Authority (EFSA).

Det högsta tolerabla veckointaget per kilo kroppsvikt (TWI) från EFSA förväntas överstigas för en del av produkterna eftersom tidigare undersökningar visat att kadmiumintaget hos små barn via spannmålsbaserad barnmat kan vara stort.

Största källan till den kadmiumexponering icke-rökande människor utsätts för i Sverige är kosten. Bland livsmedel bidrar spannmål till den största delen av kadmiumintaget eftersom konsumtionen av spannmålsprodukter är stor i förhållande till den totala konsumtionen. Barnmatsprodukter innehåller ofta stora mängder spannmål och kan därför utgöra ett stort bidrag till små barns kadmiumintag då kosten inte är lika varierad som för vuxna.

Hälsoeffekterna av kadmiumexponering är njurskador och benskörhet både vid hög och låg långvarig exponering. Kadmium klassas även som cancerframkallande. Det finns studier om effekter av kadmium på barns utveckling och att exponering kan ge effekter på hjärt-kärlsystemet. De specifika hälsoeffekterna på små barn är inte kända. Men det finns en stor risk med kadmiumexponering för små barn och studier indikerar på att det centrala nervsystemet kan påverkas.

Kadmiumhalter i spannmål och den stora del av människors exponering spannmålsprodukter ger upphov till beror på att kadmium lätt tas upp i växter. De viktigaste faktorerna för kadmiumupptag i växter är kadmiumhalten i mark och pH. Därför är det viktigt att hålla kadmiumhalten i mark nere och att undvika lågt pH som gör kadmium mer växttillgängligt.

I dagens läge ökar kadmiumhalten i åkermarken något varje år trots att åtgärder vidtagits för att minska tillförseln Kadmium finns naturligt i marken och förekommer i olika halter i berggrunden vilket innebär att olika geografiska områden har en skillnad i kadmiumhalt. Kadmium har även tillförts genom mänsklig aktivitet. De två största källorna har varit spridning av fosforgödningsmedel med höga kadmiumhalter på jordbruksmark och deposition av kadmium från luften.

För att undvika att hälsoeffekter orsakade av kadmium uppstår har EU:s organ för livsmedelssäkerhet, EFSA sänkt det rekommenderade tolerabla veckointaget (TWI) från 7 till 2,5 µg/ kg kroppsvikt i veckan. Det ursprungliga provisoriska tolerabla veckointaget intaget, PTWI beslutades av FAO/WHO expertkommittén JECFA och finns fortfarande kvar men har ifrågasatts.

Det krävs fler åtgärder för att minska kadmiumhalten i jordbruksmark, livsmedel och därmed den exponering människan utsätts för. Kadmiumexponeringen idag ligger nära den exponering där hälsoeffekter uppstår.

1. Litteraturdel

Kadmium i naturen

Förekomst och källor

Kadmium finns naturligt i marken eftersom berggrunden innehåller metallen men tillförs även via atmosfärisk deposition, gödningsmedel, kalk och djurgödsel (Olsson et al., 2005). Den naturliga kadmiumhalten i jordskorpan ligger mellan 0,08-0,5 mg/ kg. Kadmium förekommer främst med zink och finns därför i zinkhaltiga sulfidmalmer t.ex. bly och koppar men även i olika mineral (Hedlund et al., 1997). Bakgrundsvärden för kadmium har uppskattats av Naturvårdsverket och baseras på koncentrationer i avlägsna områden. Bakgrundsvärdet för grundvatten är <0,01 µg/l, för sjövatten 0,01 mg/l och för jordbruksmark 0,15 mg/kg (KEMI, 1998).

Tillförseln av kadmium till naturen har tidigare främst skett genom industriella luftutsläpp och användning av kadmiumrik fosforgödning i jordbruket (Hedlund et al., 1997). Kadmium som tillförs via atmosfärisk deposition har uppkommit i metallindustri till exempel genom metallframställning där kadmium blir en biprodukt eller genom återvinning av metaller ur bland annat nickel-kadmiumbatterier, skrot, legeringar och färgpigment (Hedlund et al., 1997). Utsläpp sker även genom förbränning av fossila bränslen.

I dagens läge är utsläppen av kadmium mer diffusa än vad de var förr. Idag kan utsläppen orsakas av läckage från sopor t.ex. batterier, plast, teknisk utrustning eller andra material som innehåller kadmium. En annan diffus källa är spridning av handelsgödsel eller avloppsslam som innehåller kadmium. Även stallgödsel bidrar till kadmiumhalten i åkermarken (Naturvårdsverket, 1999). En stor del av kadmiumtillförseln består fortfarande av atmosfärisk deposition med ursprung i andra länder. Försurning förvärrar kadmiumsituationen genom att göra kadmium mer växttillgängligt (Naturvårdsverket, 1999). Depositionen är idag den största källan till kadmium i jordar. (Eriksson. 2009)

Fosforgödsel är fortfarande ett problem för kadmiumsituationen. Kadmiumtillförseln via fosforgödsel har dock minskat kraftigt eftersom råfosfor med en låg kadmiumhalt numera används. Denna resurs är dock begränsad vilket innebär att den någon gång tar slut och då finns bara råfosfor med höga kadmiumhalter kvar (Eriksson, 2009). Någon typ av rening kommer krävas för att kunna behålla en låg kadmiumhalt i fosforgödsel. Gödselmedelsföretaget Yara har pga. bristen på råfosfor med låg kadmiumhalt tillfälligt höjt kadmiumhalterna i gödningsmedlet från 5 till 12 mg Cd/kg P (Eriksson, 2009).

Kadmiumhalten i de svenska jordarna varierar i olika geografiska lägen. Berggrunden har stor betydelse för vilken kadmiumhalt jorden har. Vilket leder till skillnader mellan olika geografiska områden (Hedlund et al., 1997). Kadmiumhalten i jord beror på hur vittringsbenägen berggrunden är och vilka mineral den innehåller (Söderström, 1996). Jordar som innehåller alunskifferrikt modermaterial, tunga leror, baltiska sediment eller har en hög andel organiskt material, har höga kadmiumhalter (Olsson et al., 2005). Lägst kadmiumhalter har jordar i inlandsområden där jorden består av grövre material (Olsson et al., 2005). De områden som har högst kadmiumhalter i Sverige är södra Skåne, Östgötaslätten, Mälarlandskapet och runt Storsjön i jämtland. Medan de områden som har lägst kadmiumhalter finns runt Vänern och på Västkusten (Hedlund et al., 1997).

Det finns även geografiska skillnader i kadmiumhalter i mark som beror på mänsklig påverkan till exempel är kadmiumhalterna förhöjda i södra och mellersta Sverige eftersom

områdena är särskilt utsatta för tillförsel av kadmium via luften från övriga Europa (Hedlund et al., 1997).

Exponering

Kadmium är en toxisk metall och räknas inte som nödvändig för levande organismer. Metallen är lättrörlig i mark och tas lätt upp i växter. Därför är vegetabiliska livsmedel den största källan till kadmiumexponeringen för människor (Hedlund et al., 2005). 75 % av det kadmium som tas upp i kroppen kommer från vegetabiliska livsmedel (Olsson et al., 2005). Ett dagligt intag av kadmium via föda i Sverige är i medeltal15µg (Naturvårdsverket, 1999). För ickerökare utgör konsumtion av vegetabiliska livsmedel, främst spannmål den största exponeringen (Olsson et al., 2005).

Andra källor till kadmiumexponeringen är yrkesmässig exponering, rökning, kadmiumföroreningar i luft och dricksvatten. Kadmiumhalterna i luften i Sverige är låga mellan 0,9 ng/m^3 i lantliga områden och 5 ng/m^3 i storstäder. Rökning är den största källan till kadmiumintag för rökare. En cigarett innehåller 1-2 µg kadmium. Rökare har generellt 4-5 gånger högre kadmiumhalter i blodet och 2-3 gånger högre kadmiumhalter i njuren än icke rökare. Däremot ger passivrökning ingen större exponering. Kadmiumbidraget vid konsumtion av dricksvatten i Sverige är inte stort eftersom de flesta människor får kommunalt vatten med en väldigt liten kadmiumhalt, mindre än 0,05 µg/l (Järup, 1998).

Utveckling av kadmiumhalterna i åkermark

Tillförseln av kadmium till marken är ofta större än den mängd kadmium som förs bort i form av gröda vid skörd eller försvinner med lakvatten. Detta leder till att kadmiumhalten i marken stiger med tiden (Olsson et al., 2005). 1990 beräknades kadmiumhalten i åkermark öka med 0,2 % per år. 1997 beräknades ökningen vara 0,1 % per år (Hedlund et al., 1997). I en studie från 1996 beskrivs kadmiumkoncentrationen öka med 0,16 -0,26 % per år. Ökningen skedde trots att bidraget av kadmium till jordbruksmarken via luftdeposition och fosforgödningsmedel minskat markant sen 70-talet (Eriksson et al. 1996). I slutet av 90-talet beräknades kadmiumkoncentrationen i svenska jordar öka med 0,2 % per år (naturvårdsverket, 1999) och i en mer aktuell rapport 0,03-0,05 % per år (Olsson et al., 2005). Ökningen är dock liten jämfört mot vad den skulle vara om inga åtgärder vidtagits för att minska kadmiumhalterna i jordbruket. I rapporten ansågs balansen mellan tillfört och bortfört kadmium nästan vara nådd (Olsson et al., 2005).

Ursprunget till det kadmium som tillförts matjorden mellan 1900- 1990 har uppskattats i en studie. Ökningen beräknades vara 33 % och fosforgödningsmedel ansågs vara ansvarig för nästan hälften av den ökningen, en tredjedel kom från atmosfärisk deposition och resterande tillskrevs djurgödsel (fodertillskott) och kalkning. Det har visat sig att djurgödsel och fodertillsatser kan ha stor inverkan på kadmiumhalten på gårdar med djurproduktion (Olsson et al., 2005). Studier av spridning av avloppsslam har visat att engångsspridning inte påvisat några speciella effekter på kadmiumhalten i marken. Budgetberäkningar har däremot visat att spridning av avloppsslam långsiktigt ger en ökning av markens kadmiumhalt. (Hedlund et al., 1997)

Vad avgör kadmiumhalten i grödor

Kadmium tas lätt upp av växter men kadmiumhalterna i växten beror på hur mycket som faktiskt tas upp. Upptaget i växter beror på många olika faktorer men de två främsta faktorerna är kadmiumkoncentrationen i jorden och pH (Olsson et al., 2005). Det geografiska området, jordegenskaper, väder, växtart och sort är andra faktorer som påverkar upptaget (Olsson et al., 2005).

Risken för att kadmiumhalten i grödor ökar när kadmiumhalten i marken ökar är stor men det beror även på hur hårt kadmium binds i marken, dvs. hur mycket kadmium som är växttillgängligt. Viktiga markfaktorer som påverkar hur mycket kadmium som befinner sig i marklösningen är kadmiumhalten i marken, halten konkurrerande katjoner t.ex. zink, halten organiskt material, lerhalt och pH (Hedlund et al., 1997). När pH sjunker ökar kadmiumlösligheten i marken och mer kadmium blir växttillgängligt. Till viss del kan andelen växttillgängligt kadmium och därmed växternas upptag minskas genom att höja pH med kalkning. Det finns studier som visar på att effekten ibland kan bli den motsatta och öka upptaget (Hedlund et al., 1997).

Jordegenskaper så som halten organiskt material har betydelse för kadmiumhalten. Hög organisk halt i jorden medför att mer kadmium kan bindas i marken och resulterar i lägre kadmiumhalter i grödan (Hedlund et al., 1997). Även jordart och zinkhalt i jorden har betydelse för kadmiumupptaget i växter. Jordarten spelar roll eftersom även den avgör hur mycket kadmium som kan bindas i marken. Lerjordar kan binda kadmium effektivare än sandjordar och ger i vissa fall upphov till lägre halter i växten (Hedlund et al., 1997). Kadmiumhalten i jorden sjunker även då lerhalten minskar (Eriksson et al., 2000). Förekomsten av zink i marken avgör en del av kadmiumhalten i grödan eftersom zink konkurrerar med kadmium. Därför kan kadmiumhalten bli större i grödor på zinkfattiga jordar (Hedlund et al., 1997).

Nederbörden har betydelse för kadmiumhalten, stor nederbörd leder till högre kadmiumhalter i växten (Eriksson et al., 1996). Nederbördens påverkan på kadmiumhalten kan förklaras av att rötter torrare år tränger längre ned i marken där kadmiumhalterna är lägre. Det kan också bero på att en större nederbörd ger upphov till större deposition och vilket medför högre kadmiumhalter i jorden (Eriksson et al., 1996).

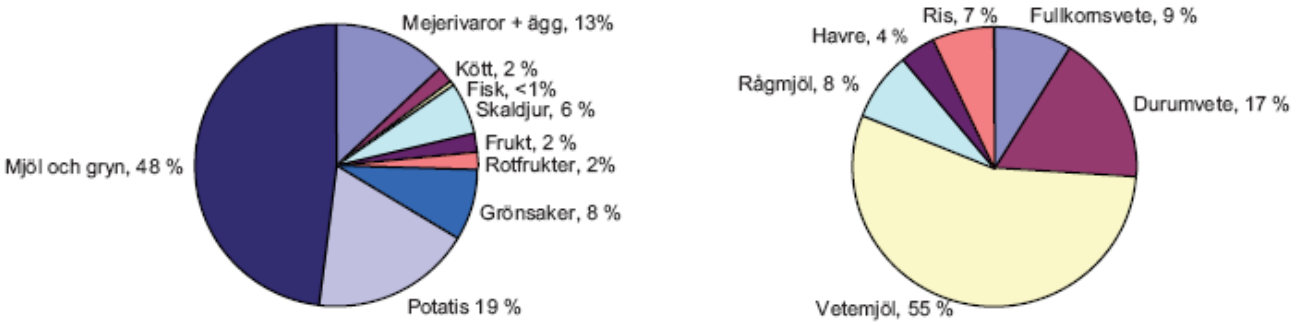
Förutom markegenskaper kan även egenskaper hos växten påverka kadmiumupptaget. Olika områden har specifik påverkan på växter som indirekt resulterar i att kadmiumupptaget varierar (Eriksson et al., 1996). Växter kan även själva påverka kadmiumupptaget t ex genom utsöndring från rötterna och mekanismer som styr kadmiumtransporten i växten (Eriksson, 2009). Genetiska variationer i kadmiumackumulation i olika växtsorter kan bero på olikheter i morfologi, fysiologiska egenskaper t.ex. rotmorfologi och rotstorlek. Transporten av kadmium från roten till skotten i växten varierar med olika genotyper och kan vara av betydelse för vilken kadmiumhalt kornet får (Stolt et al., 2006).

Eftersom det är så många olika faktorer som påverkar växtens upptag av kadmium är det svårt att avgöra vilken kadmiumhalt en växt kommer att innehålla beroende på vilken jord den växer på. Däremot har studier visat att det går att analysera växterna i ett tidigt stadium och få en indikation på hur hög kadmiumhalt de kommer att ha vid skörd. På så sätt blir det möjligt att veta i förväg om halterna kommer bli oacceptabelt höga (Olsson et al., 2005).

Halter i olika livsmedel

Alla livsmedel innehåller kadmium men halterna varierar. De livsmedel som innehåller mest kadmium är inälvsmat främst lever och njure. Enligt livsmedelsverket innehåller de upp till 256 µg/kg. Spannmålsprodukter innehåller lägre halter, runt 40 µg/kg. Fisk innehåller runt 20 µg/kg. Kött, frukt, grönsaker och potatis innehåller kadmiumhalter runt 10 µg/kg. För mejeriprodukter och ägg är halterna lägre. (Livsmedelsverket. 2009)

Kadmiumintaget beror både på kadmiumhalterna i livsmedlet men även mängden livsmedel som konsumeras. Vegetabilierna står för 79 % av kadmiumintaget och inom den gruppen av livsmedel står mjöl och gryn, främst vetemjöl för den största delen av intaget (Eriksson, 2009) se fig 1.



Figur 1 Till vänster kostens bidrag till kadmiumintaget, till höger bidraget via mjöl och gryn specificerat (Eriksson. 2009)

Bland spannmålen har vete de högsta kadmiumhalterna. Havre har näst högst kadmiumhalter följt av korn och råg med betydligt lägre halter. Fullkorn innehåller en högre halt kadmium än kärnan eftersom kadmium ansamlas i de yttre delarna av kornet (Eriksson, 2009). En fiberrik kost som innehåller mer kadmium än motsvarande livsmedel utan fullkorn behöver inte leda till att mer kadmium tas upp i kroppen. Upptaget är inta proportionerligt med fiberrika livsmedels kadmiumhalt (Järup, 1998). Däremot kan det leda till att kadmiumupptaget blir större om fibrerna hindrar absorptionen av järn och orsakar järnbrist (Järup, 1998).

Utförligare information om kadmiumhalter i vete, ris, vatten och barnmat redovisas nedan eftersom det har stor betydelse för undersökningen av kadmiumhalterna i de analyserade barnmatsprodukterna.

Vete

Kadmiumhalter i vete

Vete har idag en medel kadmiumhalt på 57µg/kg. Vårvetet har något högre halter än höstvetet. Fullkornsmjöl innehåller en högre halt kadmium än enbart kärnmjöl eftersom kadmium ansamlas i de yttre delarna av kornet (Eriksson, 2009). Genom en analys av arkivprover av vetekärna från 1918-1980 visar att kadmiumhalten i vetekärnor fördubblats under 1900-talet (Hedlund et al., 1997).

Ett stort antal undersökningar har gjorts på kadmiumhalt i olika sorters veteprodukter. Nedan i tabell 1 visas en sammanställning av resultatet från några av dessa undersökningar. Siffror från miljöövervakningen på åkermark redovisas (Eriksson, 2009). Det visas även resultat från en undersökning av veteprodukter på den svenska marknaden (Jorhem et al. 1993). Resultat från livsmedelskontrollen under flera år redovisas (Hedlund et al., 1997). Miljöförvaltningen i Landskrona gjordes 1995 en undersökning av kadmium i bland annat veteprodukter som visade på höga halter i denna typ av livsmedel (Gärding, 1995).

Tabell 1 Sammanställning av resultat från olika undersökningar av kadmiumhalter i olika veteprodukter

Produkt	Kadmiumhalt (µg/kg)	Källa
Höstvete	43-57	(Eriksson, 2009)
Vårvete	12-22	(Eriksson, 2009).
Vetemjöl (1984-1985)	28	(Hedlund et al., 1997)
Vetemjöl (1988-1994)	31	(Hedlund et al., 1997)
Vetemjöl	14-55	(Gärding, 1995)
Vetekli	34-145	(Gärding, 1995)
Franskbröd	26-36	(Gärding, 1995)
Vetekli (1983-1990)	13	(Jorhem et al. 1993)
Vetemjöl (1983-1990)	25	(Jorhem et al. 1993)

Geografiska skillnader

Det finns en variation i kadmiumhalt i vete beroende på geografiskt läge. Analys av höstvete från olika delar av Sverige från tre olika år visade att kadmiumhalterna var högst i Skåne och i slättbygderna i Mälardalen och Östergötland (Eriksson et al., 2000). Kadmiumhalterna är starkt kopplade till markens kadmiumhalt (Hedlund et al., 1997).

De högre kadmiumhalterna i Skåne kan beropå deposition, gödning och geologin i området. Skillnaden i kadmiumhalter i vete odlat i Skåne och vete odlat i andra delar av Sverige är större än skillnaden i kadmiumkoncentrationerna i jorden (Eriksson et Söderström, 1996). De resultaten indikerade att den högre kadmiumhalten i Skåne beror på att kadmium är mer tillgängligt för växterna i området. Detta kan bero på både att mer kadmium tillförts via gödningsmedel men även att kadmiumtillförseln via luftdeposition varit större i Skåne. Det kan även bero på att skånska jordar naturligt innehåller mer kadmiumrika material (Eriksson et Söderström, 1996).

Faktorer som påverkar upptag

Det finns olika faktorer som påverkar kadmiumupptaget för vetet och många är desamma som påverkar upptaget i växter generellt. Den atmosfäriska depositionen, nederbörd, geografiskt läge, jordens kadmiumhalt, kadmiumkoncentrationen i marklösningen, pH, konduktiviteten i jorden och koncentrationen av lera och organiskt material i jorden (Stolt et al., 2006). En studie har visat att den viktigaste faktorn för den slutgiltiga kadmiumhalten i vetekornen är kadmiumkoncentrationen i jorden (Eriksson et Söderström, 1996).

Jordens kadmiumhalt påverkas i sin tur av hur jordbruket sker. Användning av fosforgödning med hög kadmiumhalt, spridning av avloppsslam och spridning av djurgödsel men även hur rotering av gröda sker och artval påverkar kadmiumhalten i jorden (Stolt et al., 2006). Andelen kväve som tillförs vetet påverkar också hur stor kadmiumhalt som ackumuleras. (Stolt et al., 2006)

Fosforgödningsmedel har utgjort en stor källa till kadmium i mark och växter men kvävegödsel kan innebära ett problem för kadmiumhalter i vete. Det har visat sig att kväve tillförseln via gödningsmedel påverkar kadmiumhalten i vetekornet. En ökad tillförsel av

kväve gav upphov till ökade kadmiumhalter i vetekornet (Wångstrand, 2007). I samma studie visade analys av svenska data att det fanns en positiv korrelation mellan kväve och kadmium i vetekärnor (Wångstrand, 2007).

I studien diskuterades problematiken kring det svenska jordbrukets ambition att sänka kadmiumhalterna i vete och ambitionen att öka proteinhalten i vetet genom att tillsätta mer kvävegödning på åkrarna. Det beräknades att en ökning av mängden tillsatt kväve med 10 kg/ha resulterade i en ökning av kadmiumhalten i vetet med 1-3 µg/kg. En ökning av kvävetillsatsen för att uppnå en högre proteinhalt kan ge upphov till en ökning av kadmiumhalten i vetet med runt 6-14% (Wångstrand, 2007).

Ris

Kadmiumhalten i ris kan variera beroende på vilken typ av ris det är och hur riset har behandlats. Skillnad i kadmiumhalt kan även bero på kadmiumkoncentrationen i odlingsjorden och en skillnad i kadmiumupptag beroende på genotyp (Jorhem et al. 2008).

I en studie över bl.a. kadmiumhalten i rissorter på den svenska marknaden mättes kadmiumhalten i 49 olika importerade ris. Medelvärdet för kadmiumhalten i dessa var 0,024 ± 20 µg/kg. Kadmiumhalterna varierade mellan 1-88 µg/kg. De högsta halterna uppmättes i ett vitt kortkornigt ris med ett okänt ursprung och i ett vitt långkornigt ris från Italien. Inom EU finns ett gränsvärde för kadmium i ris på 0,2 mg/kg vilket samtliga ris i studien understiger. Variationen i medelvärde för kadmiumhalt mellan fullkornsris, vitt ris och vitt behandlat ris var inte stor. Däremot var variationen inom de tre olika grupperna ganska stor. Flera andra liknande studier har visat på kadmiumhalterna i ris ligger inom ungefär samma intervall, 6-50 µg/ kg (Jorhem et al. 2008).

I studien beräknades hur stor del riskonsumtionen i Sverige bidrar till det totala kadmiumintaget. Genom att använda en konsumtionsundersökning, befolkningsstatistik och det uppmätta min- och maxvärdet på kadmiumhalten i ris beräknades att riskonsumtionen i Sverige bidrar med 0,6 % (0-2,2%) av WHO:s PTWI för kadmium. Samma siffra för Europa var 0,04 % (0-1,3%) och för fjärran öster 11% (0,5-41%) (Jorhem et al. 2008). Hur riskonsumtionen förhåller sig till det nya gränsvärdet från EFSA är inte beräknat.

Vatten

Kadmiumhalter i vatten påverkas i stor utsträckning av mänsklig verksamhet t.ex. utsläpp från smältverk och metallindustri samt spridning av fosfatgödningsmedel med höga kadmiumhalter på jordbruksmark (Naturvårdsverket, 2009). Höga kadmiumhalter i dricksvatten kan förekomma naturligt då vattnet kommer från områden med metallrika bergarter. Kadmium kan lösas ut ur bergarten och öka halten kadmium i vattnet (Naturvårdsverket, 2009). En faktor som indirekt påverkar kadmiumhalten är försurningen. Lösligheten av kadmium ökar när pH sjunker och kadmiumhalten i grundvattnet ökar (Naturvårdsverket, 2009). Förutom den naturliga kadmiumhalten och kadmiumföroreningen som orsakas av mänsklig aktivitet kan också förorening av dricksvattnet ske genom att kadmium löses ut från t.ex. galvaniserade vattenrör, kranar, varmvattenberedare, vattenkylare m.m. (WHO 2004).

Världshälsoorganisationen, WHO, har satt ett gränsvärde för kadmium i vatten på 3 µg/l (WHO, 2008). I områden med höga kadmiumhalter i vattnet kan kadmiumhalten minskas till 2 µg/l genom att behandla vattnet. Riktvärdet är uträknat för att vattenkonsumtionen maximalt får bidra med 10 % av WHO:s PTWI för kadmium då en person på 60 kg konsumerar 2 liter vatten dagligen (WHO, 2008). I undersökningarna som resulterade i riktvärdet konstaterades

att kadmiumhalten i oförorenade naturliga vatten oftast understiger 1 µg/l. I undersökningen ingick 110 olika mätpunkter runt om i världen (WHO 2004).

I Sverige bedöms dricksvatten med en kadmiumhalt på 5 µg/ l som otjänligt. Det gäller vatten som kommer från vattenverk som producerar mer än 10 m^3 per dygn eller till fler än 50 personer enligt livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (SLVFS 2001:30). I vägledningen till föreskriften anges att halter över gränsvärdet kan uppmätas i områden med surt vatten eller som tecken på förorening av gödningsmedel, processkemikalier i beredningen eller förorening från industrier. För mindre vattenverk än de som nämns ovan gäller socialstyrelsens allmänna råd om försiktighetsmått för dricksvatten, (SOSFS 2003:17). Där anges att dricksvattnet är tjänligt med anmärkning vid en kadmiumhalt på 1 µg/ l och otjänligt vid 5 µg/ l.

Försurningens påverkan på kadmiumhalter i dricksvatten har studerats och det kan konstateras att kadmiumhalten i dricksvatten blir högre då pH sjunker. I en studie över kadmiumhalten i svenska lantbrukare fanns ett positivt samband mellan kadmiumhalten i urin och lågt pH i dricksvattnet (Nilsson et al., 2000). Trots sambandet kunde det inte säkerställas att nederbörd med lågt pH påverkade kadmiumretentionen i lantbrukarna.

Försurningens påverkan på kadmiumhalten i vatten har också visats i en studie över brunnsvatten i södra Sverige (Rosborg et al., 2003). Vattenprover från både brunnsvatten med högt pH och brunnsvatten med lågt pH analyserades. Det visade sig att halterna av potentiellt toxiska metaller, däribland kadmium var signifikant högre i brunnarna med lågt pH (Rosborg et al., 2003). Resultaten är betydelsefulla ur konsumtionssynpunkt eftersom kadmiumhalten både i dricksvatten från och föda odlad i områden med lågt pH kan få högre kadmiumhalter. Brunnarna med högre pH var belägna i Skåne och brunnarna med lägre pH var belägna i södra delarna av Småland och Västergötland. Det visade sig att kadmiumhalten i brunnsvattnet med lågt pH var i genomsnitt 0,047 µg/l och de med högt pH var i genomsnitt 0,01 µg/l (Rosborg et al., 2003). Detektionsgränsen var 0,01 µg/l.

I en liknande undersökning av vatten från kommunala vattenreningsverk i södra Sverige med olika förutsättningar gällande berggrund och vattenkvalitet visade det sig att halten av toxiska metaller var låg och inte borde orsaka några negativa effekter på hälsan. Medelvärdet för kadmiumhalten i vatten från kalkstensberggrund var 0,01 µg/l, vilket även var detektionsgränsen (Rosborg et al., 2006). I vattnet från sedimentär berggrund låg kadmiumhalten i de flesta fall under detektionsgränsen. Medelvärdet i vatten från urbergsberggrund var 0,01 µg/l (Rosborg et al., 2006). Maxvärdet i provtagningarna från kalkstensberggrund var 0,86 µg/l och 0,12 i urbergsbergrund.

Kadmiumbidraget från dricksvatten vid konsumering av vatten i Sverige är generellt inte stort eftersom de flesta människor får kommunalt vatten med en väldigt låg kadmiumhalt (mindre än 0,05 µg/l) (Järup, 1998). Däremot ökar kadmiumkoncentrationerna i grundvatten då pH sjunker, det innebär att enskilda brunnar i områden med lågt pH kan utsättas för högre kadmiumhalter (Järup, 1998). Kadmium från dricksvatten kan utgöra ett tillskott till det totala kadmiumintaget. I en studie fann man att kadmiumhalten i privata brunnar ökade då pH sjönk, halterna varierade mellan detektionsgränsen på 0,01-1,6 µg/l, men intaget av kadmium via vattnet var ändå låg i förhållande till intaget via födan (Järup, 1998).

Spädbarn och små barn har en mycket högre vattenkonsumtion än vuxna i förhållande till sin kroppsvikt vilket gör dem till en mer utsatt grupp om vattenkvaliteten skulle bli sämre. (Rosborg et al., 2006)

Hälsorisker

Hälsoeffekter

De första hälsoeffekterna orsakade av kadmium rapporterades i mitten av 1800 talet och de första toxikologiska studierna genomfördes i början av 1900 talet (Nordberg, 2009). Det var främst hälsoeffekter efter yrkesexponering för kadmium eller kadmiumförgiftning via livsmedel som rapporterades. Efter andra världskriget uppmärksammades den välkända bensjukdomen itai-itaisjukan i Japan. Den orsakades av konsumtion av kadmiumkontaminerat ris och gav upphov till benfrakturer och svår smärta (Nordberg, 2009). På 1970 talet kom de första internationella varningarna för hälsorisker kopplade till kadmiumkontamination. Reproduktionsskador och cancerogena effekter av kadmium studerades tidigt men än idag är det inte säkert om dessa skador beror på kadmiumexponering (Nordberg, 2009). De flesta studier är gjorda på effekter orsakade av en hög kadmiumexponering och på senare år har studier visat att allvarliga hälsoeffekter kan uppstå redan vid låg kadmiumexponering. (Nordberg, 2009)

Kadmium i konsumerade livsmedel absorberas i magen och tarmkanalen. Det absorberade kadmiumet binds till albumin i blodet och förs vidare till levern eller direkt till njuren. Levern släpper sedan långsamt ifrån sig kadmium som transporteras till njurarna där det filtreras och sedan återabsorberas (Eklund, 2003). Kroppen gör sig av med kadmium främst via urin men detta sker extremt långsamt vilket innebär att kadmiumkoncentrationen i njurarna ökar med åldern (Eklund, 2003). Halveringstiden för kadmium i kroppens organ är flera decennier (Naturvårdsverket, 1999).

Njurskador är utpekade som de främsta effekterna av kadmiumexponering men på senare tid har även andra effekter studerats och hamnat allt mer i fokus. Exempel på dessa är effekter på reproduktionen, cancer och skador på benvävnader (Nordberg, 2009). Det har visat sig att både hög och låg kadmiumexponering ger upphov till njurskador (Alfvén, 2002). Speciellt i känsliga grupper finns det risk för att njurskador uppstår redan vid låg kadmiumexponering (Nordberg, 2009). Även personer som inte bor i förorenade områden eller i områden med industrier kan få kadmiumrelaterade hälsoeffekter. Effekterna är kan vara ringa och deras kliniska signifikans är okänd (Olsson et al., 2005). På ett tidigt stadium kan kadmium ge upphov till tubulär njurskada, detta kan sedan utvecklas till glomerulär njurskada och till sist kan uremi uppstå vilket är urinförgiftning av blodet (Naturvårdsverket, 1999).

Benskörhet är ett folkhälsoproblem i Sverige och problemet växer. Kadmium kan orsaka benskörhet men även urkalkning av skelettet genom att påverka kalciumomsättningen och benvävnaden (Naturvårdsverket, 1999). Det har visat sig att bendensiteten minskar med ökad kadmiumhalt i blod och urin. Det innebär att det kan finnas ett folkhälsoproblem med kadmiumexponering redan för låga halter (Olsson et al., 2005). Kadmium är klassat som ett carcinogent ämne. Det finns även studier angående effekten av kadmium på hjärt-kärlsystemet och på barns utveckling men resultaten är inte enhetliga (Järup, 1998). Det finns inte lika många studier på vilka effekter kadmium kan ha på det centrala nervsystemet under barns utveckling men i djurförsök har det visat sig ha en påverkan. (Olsson et al., 2005).

Eftersom kadmiums halveringstid är lång innebär det att kadmium ansamlas i kroppen. Det är främst njurar och lever som får höga kadmiumhalter. Som mått på kadmiumexponeringen kan man mäta kadmiumhalten i urin och blod (Naturvårdsverket, 1999). Inom hälsorelaterad miljöövervakning används främst kadmiumhalter i blod och urin som en indikation på vilken kadmiumexponeringen i människor utsätts för (Olsson et al., 2005). Kadmiumhalten i blodet reflekterar den nuvarande exponeringen men även den totala kadmiumhalten i kroppen,

(kroppsbördan). Kadmium i urin reflekterar kroppsbördan och ökar med åldern fram till 50-60 års ålder (Olsson et al., 2005). Rökare har upp till 5 gånger högre kadmiumhalter i blodet och dubbelt så höga kadmiumhalter i urin som en icke-rökare (Olson et al., 2005).

Upptag

Kadmiumupptaget i alveolerna ganska stort 50 % till skillnad från upptaget i tarmkanalen som ligger mellan 5-20 %. Upptaget varierar beroende på hur stor del av kadmiumet som är biotillgängligt och på vilken näringsstatus personen har t ex järnbrist. Järnbrist leder till att kadmiumupptaget ökar (Olsson et al., 2005). Även om upptaget generellt är lågt så kan det för vissa individer vara förhöjt eftersom den individuella variationen är stor. Faktorer som absorptionshastighet, intag av kalcium, koppar och zink samt järnvärde påverkar kadmiumupptaget (Järup, 1998). Kvinnor har generellt högre kadmiumhalter i blod, urin och njurar än män. En del av förklaringen kan vara att kvinnor i större utsträckning har järnbrist, speciellt kvinnor i barnafödande ålder och gravida kvinnor (Järup, 1998).

Kadmiumintaget baserat på konsumtionsvanor och livsmedel med olika kadmiumhalter har beräknats i en studie från Skåne. Kadmiumintaget beräknades också för ett scenario då livsmedlen innehåller den maximalt tillåtna halten kadmium enligt EU lagstiftningen. Kadmiumintaget beräknat på verkliga kadmiumhalter i livsmedel resulterade i ett veckointag på 1,9 µg/kg kroppsvikt medan veckointaget beräknat på EU:s maximalt tillåtna värden resulterade i ett veckointag på 8,5 µg/ kg kroppsvikt (Olsson et al., 2005). Det stod då klart att om kadmiumhalterna i livsmedel skulle närma sig de maximalt tillåtna värdena skulle en stor del av den svenska befolkningen utsättas för kadmiumhalter högre än dåvarande gränsvärdet (WHO:s PTWI) på 7 µg/ kg kroppsvikt (Olsson et al., 2005). Sett till dagens riktvärde på 2,5 µg/ kg kroppsvikt skulle situationen bli ändå allvarligare.

Det har beräknats att om utveckling av kadmiumhalterna ökade med 0,2 % per år i jordbruksmarken kommer kadmiumintaget via födan öka med 70 % på 100 år (Järup, 1998)

De halter som vi utsätts för idag är inte långt ifrån de halter där skador uppstår. Det finns en större risk för utsatta grupper eftersom de kan utveckla skador då de exponeras för samma kadmiumhalter som för allmänheten generellt inte ger upphov till skador (Naturvårdsverket, 1999). Kadmiums långa halveringstid i kroppens organ, 10-30 år gör att kadmium ansamlas i kroppen. Det är viktigt att hålla ned kadmiumhalten i kroppen och att se till att kadmiumhalten inte ökar för snabbt i kroppen för att ha marginalen till hälsoeffekter på sin sida (Eriksson, 2009).

Känsliga grupper och säkerhetsmarginaler

Det nya TWI från EFSA på 2,5 µg/ kg kroppsvikt per vecka motsvarar 25 µg per dag för en vuxen på 70 kg. Det genomsnittliga kadmiumintaget i Sverige ligger runt 12-14 µg men i vissa grupper som rökare och storkonsumenter av kadmiumrika livsmedel kan intaget vara upp till 50 µg. Säkerhetsmarginalen är generellt troligen inte speciellt stor mellan kadmiumintaget och de halter som orsakar hälsoeffekter (Eriksson, 2009).

Andra riskgrupper som kan utsättas för högre kadmiumhalter än befolkningen i stort. Är bland annat personer som bor i förorenade områden, personer som har ett högt kadmiumupptag pga. olika näringsfaktorer t.ex. järnbrist och kvinnor eftersom de generellt har ett högre kadmiumupptag än män (Järup, 1998). Barn och vegetarianer är andra grupper som kan riskera att utsättas för högre kadmiumhalter än personer med en mer blandad kost. (Meeûs et al., 2002)

För riskgrupperna är det extra viktigt att kadmiumexponeringen och kadmiumhalten i livsmedel hålls nere. Vid ett intag av 15 µg kadmium per dag vilket är ett ganska vanligt intag i Sverige kan 1 % av de som ingår i riskgrupper utveckla njurskador (Järup, 1998). Vid ett högre dagligt intag, 30µg kadmium uppskattas njurskadorna öka med 1 % i den generella befolkningen och med 5 % i riskgrupper (Järup, 1998). I Europa är intaget uppe i 30 µg kadmium per dag på flera ställen. I artikeln har även risken för njurskador uppskattats för ett intag i enighet med WHO:s PTWI. PTWI motsvarar runt 70 µg kadmium om dagen och skulle leda till att 7 % av den generella populationen och upp till 17 % av de i riskgrupper skulle få njurskador (Järup, 1998).

Lagstiftning och rekommenderat tolerabelt veckointag

The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA

Världshälsoorganisationen WHO har tillsammans med FN:s livsmedels och jordbruksorganisation FAO en expertkommitté som kallas The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Kommittén beslutade på ett möte 1972 att fastställa ett provisoriskt tolerabelt veckointag, PTWI, av kadmium på 400-500 µg per person. 1989 hade kommittén återigen ett möte som behandlade kadmium, kommittén beslutade då att behålla samma PTWI men uttryckte det istället som 7 µg/ kg kroppsvikt. På ett möte 2000 beslutade kommittén att en riskbedömning skulle göras baserat på förekomsten av tubulär njurskada vid olika kadmiumintag via livsmedel. På samma möte konstaterades också att förekomsten av tubulär njurskada skulle vara försumbar då kadmiumhalten i urinen understeg 2,5 µg/g kreatinin. Det framkom även att studier visade på att delar av populationen kunde ligga i riskzonen för att få tubulär njurskada redan vid ett PTWI på 7 µg/ kg kroppsvikt. Trots detta behölls samma PTWI pga. att det ansågs finnas brister gällande precisionen i riskbedömningen. Vid sitt senaste möte angående kadmium 2004 beslutades att det ursprungliga PTWI på 7 µg/ kg kroppsvikt skulle fortsätta att gälla. (WHO, 2004)

The European Food Safety Authority, EFSA

Europeiska kommissionen gav en vetenskaplig panel, the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), i uppdrag att uppskatta hälsoriskerna för olika kadmiumhalter i livsmedel (Alexander, J et al. 2009). För att kunna genomföra sitt uppdrag samlade panelen in data om kadmiumförekomsten i olika livsmedel från 20 olika medlemsländer. Det framgick att få produkter överskred de gränsvärden som finns i EU-lagstiftningen. Produkter från områden som var kontaminerade av kadmium och områden där gödning innehållande höga kadmiumhalter användes hade högre kadmiumhalter överlag i mark. För att uppskatta kadmiumintaget via livsmedel användes data ur EFSA:s konsumtionsdatabas. Hänsyn togs till specifika riskgrupper i samhället t.ex. vegetarianer och barn. Medelvärdet för kadmiumintaget via livsmedel i Europa beräknades vara 2,3 µg/ kg kroppsvikt i veckan och medelvärdet för den totala kadmiumexponeringen till 3,0 µg/ kg kroppsvikt i veckan. Vegetarianer fick ett mycket högre medelvärde på intag via livsmedel (Alexander, J et al. 2009).

Panelen genomförde en analys av relationen mellan kadmiumhalten i urin och ett protein som används som biomarkör. Biomarkören beskriver i vilken utsträckning njurarnas tubuli drabbas vid olika doser av kadmium. En modell som tog hänsyn till hela befolkningen även till känsliga grupper användes. I modellen fick inte halterna av biomarkören i urin vara mer än 5 % förhöjda vid 50 års ålder. Hänsyn togs även till en individuell variation i kadmiumhalt. Resultatet blev att 1,0 µg Cd/g kreatinin i urin inte borde överskridas (Alexander, J et al. 2009).

För att klargöra relationen mellan kadmiumintaget via livsmedel och kadmiumkoncentrationerna i urinen användes en modell på ett dataunderlag från icke rökande svenska kvinnor mellan 58-70 år. Det kadmiumintag från livsmedel som överensstämmer med den kritiska gränsen för kadmiumhalter i urinen på 1,0 µg Cd/g kreatinin efter 50 års exponering beräknades. Resultatet var att kadmiumintaget via livsmedel inte bör överstiga 2,52 µg Cd/kg kroppsvikt och vecka. Vid det gränsvärdet hamnar 95 % av befolkningen under den kritiska gränsen 1,0 µg Cd/g kreatinin efter 50 års ålder. Denna modell tog också hänsyn till variation i absorptionshastighet och halveringstid (Alexander, J et al. 2009).

Med de resultaten fastställde CONTAM panelen ett tolerabelt veckointag (TWI) för kadmium på 2,5 µg Cd/kg kroppsvikt. Medelexponeringen av kadmium understiger oftast TWI för vuxna i Europa, däremot kan vissa grupper i samhället t.ex. barn, vegetarianer rökare och personer som lever i kontaminerade områden ha en hög kadmiumexponering upp till två gånger gränsvärdet (Alexander, J et al. 2009).

Lagstiftning

Det finns gränsvärden för kadmium i livsmedel i Kommissionens förordning (EG) nr 629/2008, se tabell 2. Den tillåtna kadmiumhalten varierar mellan 0,05-0,5 mg/kg våtvikt.

Tabell 2 Gränsvärde för kadmium i livsmedel enligt kommissionens förordning (EG) nr 629/2008

Livsmedel	Kadmiumhalt mg/kg
Kött (utom slaktbiprodukter) från nötkreatur, får, svin och fjäderfä	0,050
Hästkött, utom slaktbiprodukter	0,20
Lever från nötkreatur, får, svin, fjäderfä och häst	0,50
Njure från nötkreatur, får, svin, fjäderfä och häst	1,0
Muskelkött från fisk generellt	0,050
Muskelkött från vissa specificerade fiskarter	0,10
Muskelkött från svärdfisk	0,30
Skaldjur, generellt	0,50
Musslor	1,0
Bläckfisk (utan inälvor)	1,0
Spannmål generellt	0,10
Kli, groddar, vete och ris	0,20
Grönsaker och frukt generellt	0,050
Bladgrönsaker, färska örtkryddor, odlad svamp och rotselleri	0,20
Stjälkgrönsaker, rotfrukter och skalad potatis	0,1

Gränsvärdet för ris och vete är dubbelt så högt som gränsvärdet för andra spannmål trots att konsumtionen av vete och ris är stor. Det beror på kompromisser i internationella förhandlingar eftersom det kan vara svårt att uppnå den lägre halten (Eriksson, 2009).

Den maximalt tillåtna kadmiumhalten i vetekorn i EU-lagstiftningen höjdes 2001 från 100 till 200 µg/ kg. Höjningen av gränsvärdet skedde trots att experter rekommenderar att kadmiumhalten i spannmål inte bör överstiga 50µg/kg för att undvika hälsoproblem även för känsliga grupper t ex personer med järnbrist, barn och kvinnor i barnafödande ålder (Stolt et al., 2006).

Miljömålet giftfri miljö

Inom miljömålet giftfri miljö ingår ett delmål om kadmium. Miljömålet går ut på att ”miljön ska vara fri från ämnen och metaller som skapats i eller utvunnits av samhället och som kan hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden”. Miljömålet bedöms inte uppnås till 2020 eftersom det inte går att se en tydlig utveckling i miljön och för att det är svårt att uppskatta riskerna för människors hälsa och miljön då det saknas kunskap om hur kemikalier och föroreningar påverkar (miljömål, 2009).

Delmålet för kadmium går ut på att ” år 2015 skall exponeringen av kadmium till befolkningen via föda och arbete vara på en sådan nivå att den är säker ur ett långsiktigt folkhälsoperspektiv”. Delmålet bedöms vara svårt att uppnå eftersom det råder osäkerhet kring vilken kadmiumnivå som kan anses vara säker för hälsan. För att uppnå delmålet uttrycks ett behov av en nationell vetenskaplig riskvärdering för kadmium. (miljömål. 2009)

Åtgärder

Problemen med höga kadmiumhalter i naturen har uppstått pga. industrialismen och nya jordbruksmetoder. Åtgärder har vidtagits för att kadmiumhalterna inte ska fortsätta att öka i naturen men ännu fler åtgärder krävs för att kadmiumhalterna ska minska. Detta behövs för att den exponering människor utsätts för via konsumtion av livsmedel odlade på den svensk åkermark ska minska. Det behövs även för att skapa en säkerhetsmarginal mellan gränsen för skadliga effekter på människan och dagens exponering via födan.

Genomförda åtgärder

Efterkrigstiden i Sverige har inneburit flera stora förändringar inom det svenska jordbruket och därför även i jordbruksmarken. Animalieproduktionen har alltmer distanserats från växtodlingen, jordbruket har specialiserats och delats upp i olika områden och en medveten uppgödsling av åkermarken med fosforgödning har skett. Brytbar fosfor med höga kadmiumhalter tillfördes jordbruksmarken (Eriksson et al., 2000) Sedan mitten av 1970 talet har användningen av handelsgödselfosfor minskat kraftigt. I landet har användningen i genomsnitt halverats och i vissa områden minskat med två tredjedelar (Eriksson et al., 2000).

Andra åtgärder som vidtagits för att minska kadmiumutsläppen är att minska utsläppet av tungmetaller från industrier. I Sverige har utsläppen av tungmetaller minskat med 70-80 % mellan 1970-1990-talet (Hedlund et al., 1997).

Internationella överenskommelser har lett till minskade utsläpp till luften. I EU har det tagits fram en riskbedömning av kadmium, där föreslås åtgärder för att minska kadmiumexponeringen genom t.ex. bästa tillgängliga teknik för att minska utsläpp och eventuella ändrade gränsvärden för kadmium i livsmedel, tobak och gödsel (Eriksson, 2009).

För att minska belastningen av kadmium på åkermarken har myndigheter vidtagit åtgärder i form av gränsvärden för fosforgödsel, avloppsslam och fodertillsatser och för livsmedel. Även

inom näringen har åtgärder vidtagits genom att t.ex. införa fosforgödsel med garanterat låg kadmiumhalt och en restriktiv hållning mot spridning av avloppsslam på åkermark (Eriksson, 2009).

Andra åtgärder är t.ex. de kvalitetskrav Svenskt sigill och Krav har på bland annat kadmiumhalten. Även de krav barnmatsindustrin ställer på maximala kadmiumhalter i grödan eftersom det inte finns något specifikt gränsvärde för kadmium i barnmat i lagstiftningen. För vete verkar barnmatsindustrin dock använda gränsvärdet i lagstiftningen med en säkerhetsmarginal på en faktor 10. Det motsvarar ungefär 20 µg/kg (Eriksson, 2009).

Framtida åtgärder

Det finns olika förslag på hur kadmiumhalterna i vår omgivning ska minskas ytterligare. Den senaste är en rapport från SLU med en strategi för att minska kadmiumbelastningen i kedjan mark-livsmedel- människa.

Vanliga åtgärdsförslag har gått ut på att minska tillförseln av kadmium via deposition och spridning av gödsel. Kadmiumfri gödsel har föreslagits som en möjlighet. En annan åtgärd är att fokusera på att minska upptaget där halterna av växttillgängligt kadmium är höga genom att t.ex. kalka sura jordar för att öka pH och minska andelen växttillgängligt kadmium. Andra åtgärdsförslag har gått ut på att välja växter med lågt kadmiumupptag eller att använda en gröda som t.ex. salix för att ta bort en del kadmium ur marken. (Eriksson et al., 1996). För att uppnå en kadmiumbalans i åkermarken är det också viktigt att minska den atmosfäriska depositionen (Eriksson et al., 1996).

I en artikel om kadmium i livsmedelsproduktionssystemet och hur det kan innebära hälsorisker för känsliga samhällsgrupper föreslås åtgärder för att minska människors kadmiumexponering. För rökare är den främsta åtgärden att sluta röka. För att minska kadmiumexponeringen för icke-rökare finns tre typer av åtgärder. Den första och förmodligen den enklaste att genomföra är att inom jordbruket använda växtsorter som tar upp mindre kadmium ur marken (Olsson et al., 2005). Den andra går ut på att påverka växternas kadmiumupptag genom att förändra jordegenskaperna i jordar med höga kadmiumhalter.

Dessa förändringar kan åstadkommas genom att kalka och tillföra organiskt material till jorden (Olsson et al., 2005). Den sista åtgärden går ut på att inte odla växter för humankonsumtion på jordar med för hög kadmiumhalt utan istället odla bioenergi eller djurfoder i dessa områden (Olsson et al., 2005). För att minska kadmiumexponeringen och minimera kadmiumtillskottet från jordbruksmarken är det också viktigt att komma vidare med nationella lagstiftningar. Långväga transport av luftföroreningar är ett stort problem för föroreningen av jordar i Sverige. Därför är det även viktigt med internationell lagstiftning. Lantbrukare bör använda gödningsmedel med låga kadmiumhalter, välja växter med lågt kadmiumupptag och kräva att foderproducenter använder fodertillsatser med låg kadmiumhalt (Olsson et al., 2005).

MAT 21 är ett forskningsprogram med SLU som huvudman, programmet går ut på att finna möjligheter för att uppnå ett ekologiskt och ekonomiskt hållbart jordbruk. Inom programmet har det utarbetats en strategi för att minska kadmiumhalten i åkermark och på så sätt minska människans kadmiumexponering via födan (Eriksson, 2009). Strategin går ut på att sänka gränsvärdet för kadmium i spannmål och andra grödor till ett lite strängare gränsvärde på 0,08 mg/ kg eller till ett mycket strängare gränsvärde på 0,05 mg/kg (Eriksson, 2009). De gränsvärden för kadmium i spannmål som finns i EU-lagstiftningen på 0,1 mg/kg för spannmål och det mer specifika gränsvärdet för vete, ris, kli och groddar på 0,2 mg/kg ifrågasätts. Anledningen är att riktvärdet för kadmiumintag sänkts från 7 till 2,5 µg/ kg per

vecka av EFSA och för att kadmiumintaget i Sverige redan ligger nära de halter där skador kan uppstå. Ytterligare en anledning är att medelhalterna i vete ligger mellan 0,04-0,05 mg/kg, långt under gränsvärdet (Eriksson, 2009). Strategin föreslår åtgärder ur internationell och nationell synpunkt men även för lantbrukare och den enskilde konsumenten.

Strategin som föreslås för nationellt arbete går ut på att understödja arbetet som krävs för att nå målet. Det innebär bland annat att införa gränsvärden för kadmium i livsmedel, ge miljöstöd för att kartlägga kadmiumhalter i åkermark, sänka gränsvärdet för kadmium i avloppsslam, arbeta för att skärpa utsläppskrav i EU, genom växtförädling ta fram växter med lågt kadmiumupptag och ge information till lantbruket. För att uppnå 0,08 krävs förmodligen arbete för att uppnå skärpt lagstiftning och uppmana till frivilliga åtgärder t.ex. genom handlingsprogram och kvalitetskrav. Större åtgärder krävs för att uppnå 0,05 mg/kg med växtförädling, sänkta gränsvärden både i EU och internationellt (eftersom många produkter importeras). (Eriksson. 2009)

Strategin för att minska kadmiumexponeringen på gårdsnivån går ut på att undersöka kadmiumhalt på enskilda fält, analysera grödor från jordar med förhöjd kadmiumhalt, undvika att odla grödor för humankonsumtion på jordar med förhöjda halter eller alternativt vidta åtgärder för att minska växtupptaget på dessa jordar. På vissa jordar finns naturligt höga kadmiumhalter i jorden, dessa gårdar skulle få problem om gränsvärdet skärptes eftersom det kan vara komplicerat att minska kadmiumhalten i marken och kadmiumupptaget i växterna. Dessa gårdar skulle förmodligen få gå över till andra grödor för kravet på 0,08 mg/kg. För att klara samma krav skulle de flesta gårdar skulle klara sig med de åtgärder som redan vidtas däribland användning av fosforgödning med låg kadmiumhalt och liten användning av rötslam. För det striktare gränsvärdet kommer mer omfattande åtgärder behövas eftersom skördade grödor idag ofta ligger runt denna kadmiumhalt t.ex. 30 % av höstvetet. Fler gårdar kan behöva gå över till andra grödor eller vidta kadmiumnedsättande åtgärder i mark. Det skulle innebära en stor risk för att lantbrukarna tar skada ekonomisk (Eriksson, 2009)

På internationell nivå krävs överenskommelser för att minska utsläppen av kadmium till luft. På det sättet kan den atmosfäriska depositionen över jordbrukslandskapet minska mer än vid enbart nationella och regionala åtgärder. (Eriksson. 2009)

Som konsument är det mer problematiskt att kontrollera sitt intag av kadmium. Rökare halverar sitt intag då de slutar, det finns kadmiummärkta produkter på marknaden (dock ovanligt), undvika inälvsmat och skaldjur som kan innehålla höga halter. Konsumenter ska kunna konsumera livsmedel enligt kostrekommendationer utan risk för ohälsa därför är konsumentorganisationernas påtryckningar viktiga för det fortsatta arbetet. (Eriksson. 2009)

Riskgruppen barn

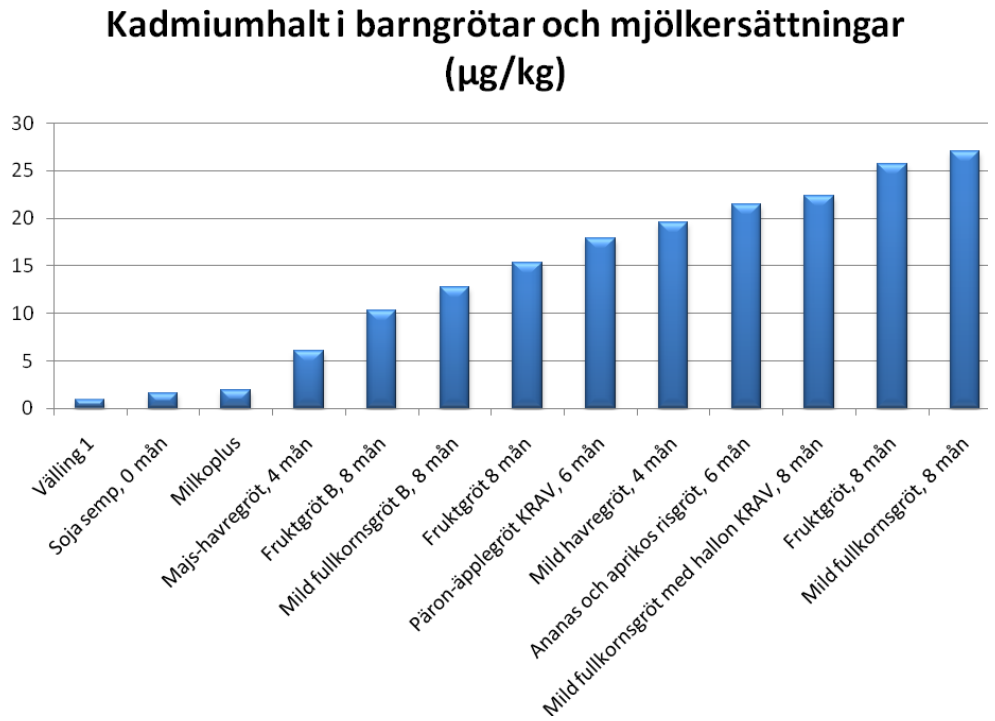
Barnmat

Det faktum att livsmedelskonsumtionen utgör större delen av den totala kadmiumexponeringen innebär ett större problem för små barn än för vuxna. Riskerna med höga kadmiumhalter i spannmål blir även allvarligare för små barn eftersom deras kost till större del kan bestå av spannmål än vuxnas. Följden av det kan bli att små barn får ett större kadmiumintag i förhållande till sin kroppsvikt. I vissa fall introduceras barn vid en tidig ålder för spannmålbaserad gröt och välling samt mjölkersättningar (Eklund, 2003). De löper då risk att tidigt bli exponerade för höga kadmiumhalter. Avvänjnings- eller ersättningsprodukter utgör ofta en stor del av det dagliga livsmedelsintaget (Eklund et Oskarsson, 1999).

Risken för hög kadmiumexponering blir större om dricksvattnet innehåller kadmium vilket förhöjer produktens kadmiumhalt vid beredning av måltiden (Eklund et Oskarsson, 1999). Generellt innehåller den mat vi äter kadmiumhalter mellan 1 och 5 µg /kg och det vatten vi dricker generellt under 1µg /l. De resulterar i ett ganska lågt intag av kadmium för vuxna. Däremot får barn ett högre intag eftersom de har ett högre energiintag per kilo kroppsvikt och inte lika stor variation i näringsintag (Eklund, 2003).

Barns kadmiumintag stiger snabbt då de introduceras för avvänjningsersättningsprodukter om inte kadmiumhalten i dessa produkter är låg. Bröstmjölk innehåller vanligtvis endast låga kadmiumhalter eftersom mjölkkörteln fungerar som en barriär (Eklund, 2003). När ersättningen introduceras minskar i vissa fall bröstmjölkskonsumtionen snabbt och ersättningen utgör den största källan till näringsintaget (Eklund, 2003). Tidig avvänjning från bröstmjölk och introducering av ersättning i form av spannmålsprodukter kan resultera i en högre kadmiumexponering än amning (Eklund, 2003).

I en studie av Eklund och Oskarsson 1999 analyserades barnmatsprodukter i form av mjölkersättningar, välling och gröt med avseende på kadmium. De analyserade produkterna hade kadmiumhalter mellan 1,10 och 23,5 µg/ kg koncentrerat pulver (Eklund et Oskarsson, 1999). Nedan finns de högsta uppmätta kadmiumhalterna i analyserade grötprodukter och modersmjölksersättningar sammanställt från studien, se figur 2.



Figur 2 Sammanställda värden för de högsta kadmiumhalterna i grötprodukter och modersmjölksersättningar (Eklund, 2003)

Gröten med högst kadmiumhalt innehöll grahamsmjöl och tillverkades av Findus (nuvarande nestlé). De resterande grötprodukternas tillverkare och huvudingrediens finns sammanställt i tabell 3. Modersmjölkersättningen med högst kadmiumhalt tillverkades av Findus och de två med lägst halt av Semper (Eklund, 2003).

Tabell 3. Sammanställning av grötprodukter, tillverkare och huvudingrediens (Eklund, 2003)

Produkt	Tillverkare	Huvudingrediens
Mild fullkornsgröt	Findus	Grahamsmjöl
Fruktgröt	Findus	Havre
Mild fullkornsgröt med hallon, KRAV	Semper	Havre
Ananas och aprikos risgröt	Semper	Rismjöl
Mild havregröt	Findus	Havre
Päron-äppelgröt	Findus	Vetemjöl
Fruktgröt	Semper	Skummjölkspulver och grahamsmjöl
Mild fullkornsgröt	Findus	Grahamsmjöl
Fruktgröt	Findus	Havre
Majs-havre gröt	Semper	Vasslepulver

I studien togs prover från olika ”batcher” för varje produkt. Skillnaden i kadmiumhalt mellan olika ”batcher” av samma produkt var inte stor. Komjölksbaserade vällingar hade lägst kadmiumkoncentrationer. Soya-baserade vällingar innehöll 6 gånger mer kadmium och spannmålsbaserade produkter hade 4-21 gånger högre medelhalter av kadmium. Veckointaget av kadmium för ett barn beräknades ligga mellan 0,10-3,05µg/kg koppsvikt då tillverkarens portionsråd följdes för ålderskategorin och eventuellt kadmiumtillskott från dricksvatten inte inkluderades. I studien beräknades också att ett barn som inte ammas utsätts för upp till 12 gånger högre kadmiumhalt via spädbarnsvälling/ ersättning än barn som ammas (Eklund et Oskarsson, 1999).

Ingrediensen i barnmaten hade stor betydelse för kadmiumhalten (Eklund et Oskarsson, 1999). Komjölksbas ledde till låga halter. Majs, ris och mjölkbas hade lägre halter än produkter som innehöll vete, havre eller råg (Eklund et Oskarsson, 1999). Fullkornsprodukter innehöll högst halter. Det fanns ingen större skillnad mellan konventionellt odlade och ekologiskt odlade produkter (Eklund et Oskarsson, 1999).

Spannmålsbaserade produkter hade i studien högst kadmiumhalter i förhållande till deras energivärde. För ett 6 månader gammalt barn kan intaget av kadmium variera mellan 0,3-3,27µg/dag beroende på vilken produkt barnet konsumerar enligt tillverkarens mängdråd (Eklund et Oskarsson, 1999). Högsta intag av kadmium per kg kroppsvikt fanns i spannmåls- och mjölkbaserad välling rekommenderad för 6 månader.

Mjölkbaserade produkter har lägre halt för att mjölkkörteln stoppar upp transporten av kadmium till mjölken. Spannmålsbaserade produkter har en högre halt (4,5-21 gånger högre än mjölk) för att kadmium lätt tas upp i växter och upptagets storlek beror på olika faktorer (Eklund et Oskarsson, 1999). Kadmiumhalten varierar också inom växten och förklarar därför den högre halten kadmium i fullkorns och kliprodukter. Det fanns en skillnad mellan kadmiumhalter i Sempers och Findus (nuvarande Nestlé) barnmatsprodukter, där kadmiumhalterna i Findus produkter generellt var högre. Regionala skillnader var de olika företagens spannmål produceras och olika recept är förmodligen förklaringen till

kadmiumhaltens variation i liknande produkter från de olika företagen (Eklund et Oskarsson, 1999).

I Eklund och Oskarssons studie förväntade de sig finna att kadmiumhalterna i barnmaten var högre än i tidigare studier pga. att kadmiumhalten i jorden ökat. Sveriges dricksvatten innehåller i medeltal 0,05µg Cd/l (0,001-0,11 µg/l). Studien visade att kadmiumhalterna i barnmaten var låga i förhållande till dåvarande gränsvärde för kadmiumintag på 7µg/kg kroppsvikt satt av WHO.

Hälsoeffekter bland barn

Upptaget av kadmium är ganska litet hos vuxna. Endast ca 5 % av konsumerat kadmium tas upp i kroppen. Hur stort upptaget är hos små barn är inte känt men det borde inte vara detsamma som för vuxna eftersom de har andra fysiska förutsättningarna (Eklund, 2003). Vid födseln finns nästan inget kadmium i kroppen och därefter ökar halten. Hastighet med vilken kadmiumhalten i kroppen ökar har betydelse för risken att hälsoeffekter uppstår. En snabb ökning innebär stor risk för hälsoeffekter.

Vilka specifika hälsoeffekter som uppstår pga. av kadmiumexponering hos små barn är inte kända. Däremot finns det studier som visar att det finns en stor risk med kadmiumexponering för små barn (Eklund, 2003). Det är även känt att barnmat baserade på spannmål utgör en stor del av små barns kadmiumexponering (Eklund et Oskarsson, 1999). Små barn är mer sårbara för skadliga ämnen än vuxna pga. av deras snabba tillväxt och utveckling av vävnader och funktioner (Eklund, 2003). Det finns indikationer på att det centrala nervsystemet är i riskzonen vid perinatal kadmiumexponering (Eklund, 2003). Studier på djur har också visat att effekter på immunsystem och nervsystemet uppstår vid kadmiumexponering (Eklund, 2003).

Exponeringen för kadmium är större från ersättningsprodukter än från bröstmjölk (Eklund, 2003). Samma studie visade även att matsmältning i olika åldrar och kostsammansättningen påverkar kadmiums löslighet och biotillgänglighet i kroppen (Eklund, 2003). I ett djurförsök hade nyfödda råttungar högre adsorption av kadmium än vuxna råttor (Eklund, 2003). Biotillgängligheten av kadmium påverkas av vilket livsmedel barnmaten är baserad på. I mjölkbaserade produkter var biotillgänglighet av kadmium hög, men låg i fullkornsprodukter (Eklund, 2003). Ansamlingen av kadmium i njurarna var större vid kadmiumexponering via ersättningsprodukter än via vatten.

2. Egen undersökning

Metod och material

Barnmatsprodukterna som valdes ut och analyserades med avseende på kadmiumhalt var främst baserade på vete, ris och i modersmjölksersättning. Valet av dessa produkter berodde på huvudingrediensen potential att ge upphov till ett högt kadmiumintag. Vete är intressant eftersom det innehåller högst kadmiumhalter av samtliga spannmål och utgör en stor del av kosten. Grahamsmjöl innehåller skaldelar av vetekornet vilket ger upphov till högre kadmiumhalter än enbart kärnan. Halterna i ris kan även de i vissa fall vara höga. Modersmjölksersättning är intressant att undersöka eftersom barns konsumtion av denna produkt kan vara stor. Det blir också intressant att ta reda på vilka halter ersättningen innehåller och jämföra med bröstmjölk som har väldigt låga kadmiumhalter Fyra grupper av produkter valdes ut:

1. Modersmjölkersättningsprodukter
2. Grötprodukter med stort innehåll av vetemjöl
3. Grötprodukter med stort innehåll av grahamsmjöl
4. Grötprodukter med stort innehåll av rismjöl

I butik valdes 4 produkter i varje grupp ut bland produkter från de två största barnmatstillverkarna Semper och Nestlé. Inköpen skedde på Citygross i Landskrona 16 september och i Höör 18 september. Inköpen skedde på två olika orter för att få tag i tillräckligt många olika produkter. En förteckning över de provtagna barnmatsprodukterna finns i bilaga 1.

Barnmatsproverna skickades på analys till Alcontrol Laboratories i Malmö och analysen genomfördes av Alcontrol i Linköping. Proverna analyserades med avseende på kadmium i livsmedel.

Utöver provtagningen genomfördes en litteraturstudie på lagstiftning och gränsvärden kring kadmium, kadmiumhalter i olika livsmedel, åtgärder för att minska kadmiumhalterna och kadmiumexponeringen mm.

Baserat på provresultaten räknades sedan kadmiumintaget ut för de olika produkterna och den åldersgrupp produkterna rekommenderades för. Beräkningar gjordes både för grötpulvret och för hela produkten inräknat vatten med olika kadmiumhalter vid beredning. Som referens för barns energibehov i olika åldrar användes rekommenderade energiintag för små barn (FAO/WHO/UNU, 2001), se bilaga 2. Vid beräkningarna användes det energivärde och den mängd vatten som anvisades på förpackningen, se bilaga 1. Kadmiumintaget via grötpulver beräknades både för pojkar och för flickor men värdena var liknande. Därför beräknades kadmiumintaget via färdig produkt inklusive vatten enbart för pojkar eftersom deras intag var något större än för flickor i de flesta åldrar.

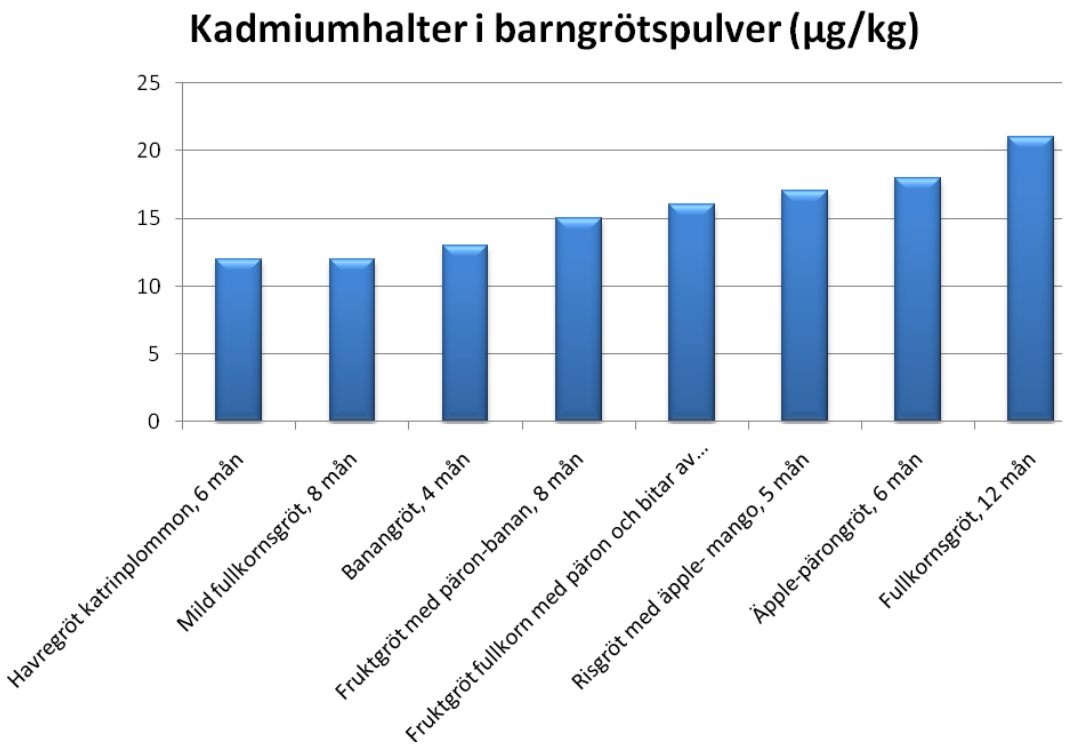
De kadmiumhalter i vatten som användes för beräkningar på kadmiumintaget var 0,01, 0,025, 0,05, 0,075, 0,1, 0,25, 0,5, 0,75, 1, 2, 3, 4, 5µg/l. Värdena valdes ut för att representera möjliga kadmiumhalter i vatten i Sverige.

En ickeparametrisk envägs ANOVA gjordes på de fyra olika grupperna. I de fall produkter hade en kadmiumhalt under detektionsgränsen sattes värdet till 0,01 (detektionsgränsen). Därefter gjordes U-test, Mann-Whitney test för att se om det fanns någon skillnad mellan grupperna.

Resultaten i denna rapport i form av kadmiumhalter i olika barnmatsprodukter och kadmiumintag jämfördes sedan med en annan studie av kadmiumhalter i barnmat. Avsikten var att kontrollera om kadmiumhalterna i barnmaten har ändrats och på vilket sätt.

Resultat

Kadmiumhalterna i de barnmatsprodukter som hade detekterbara kadmiumhalter låg mellan 12- 21 µg/kg, se figur 3. Samtliga modersmjölkersättningsprodukter hade kadmiumhalter under detektionsgränsen på 1µg/kg (Babysemp 1, Babysemp 2, Nan 1 och Nan 2). Tre av fyra grötprodukter i kategorin med vetemjöl som huvudingrediens hade även de kadmiumhalter under detektionsgränsen. Samtliga tillverkade av Nestlé (Äpplegröt 6 mån, Fruktgröt äpple-passionsfrukt-cornflakes 12 mån, Müssligröt äppelbitar 15 mån). En grötprodukt i kategorin med rismjöl som huvudingrediens tillverkad av Nestlé låg under detektionsgränsen (Risgröt morot 4 mån).



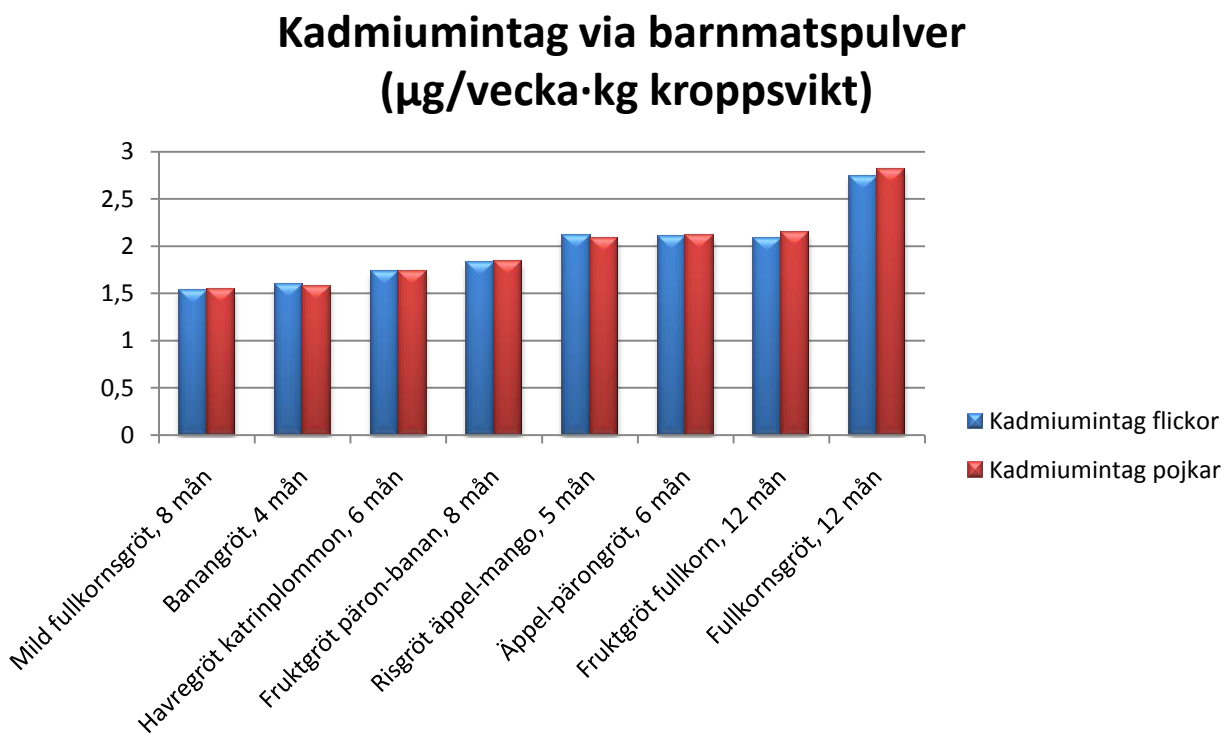
Figur 3 Kadmiumhalter i barngrötspulver µg/ kg produkt för de produkter som hade detekterbara halter

Åtta analyserade grötprodukter hade kadmiumhalter över detektionsgränsen. De sex produkterna med högst kadmiumhalter tillverkas av Semper och de 2 produkterna med lägst kadmiumhalt tillverkas av Nestlé, se tabell 4. I tabellen anges även produktens huvudingrediens.

Tabell 4. Sammanställning av tillverkare och huvudingrediens för grötprodukterna med kadmiumhalt över detektionsgränsen

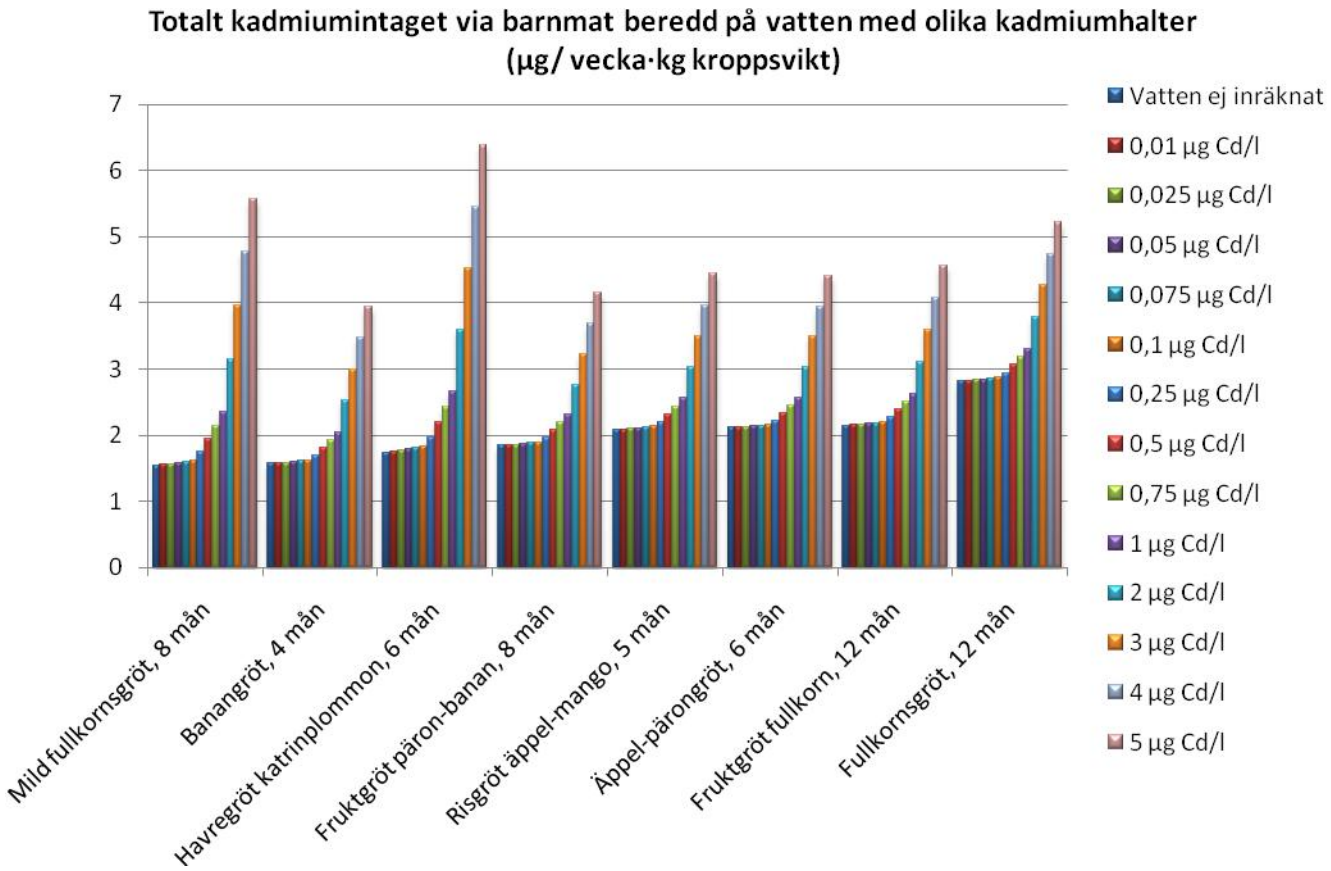
Grötprodukt	Tillverkare	Huvudingrediens
Fullkornsgröt	Semper	skummjölkspulver och grahamsmjöl
Äppel-pärongröt	Semper	skummjölkspulver och rismjöl
Risgröt med äppel-mango	Semper	skummjölkspulver och rismjöl
Fruktgröt fullkorn med päron och bitar av äppel	Semper	skummjölkspulver och grahamsmjöl
Fruktgröt med päron-banan	Semper	skummjölkspulver och grahamsmjöl
Banangröt	Semper	rismjöl
Mild fullkornsgröt	Nestlé	grahamsmjöl
Havregröt katrinplommon	Nestlé	havremjöl och vetemjöl

Kadmiumintaget för barn i rekommenderad ålderskategori via grötprodukterna, beräknat på produktens angivna energivärde och energiintaget för ett barn i den rekommenderade introduktionsåldern för produkten, varierar mellan 1,5 – 2,8 µg/kg kroppsvikt per vecka (för produkter med kadmiumhalter över detektionsgränsen), se figur 4. I resultatet räknas inte kadmiumbidrag via vatten vid beredningen in. Kadmiumintaget varierar mellan pojkar och flickor men skillnaden är inte speciellt stor, intaget är något större för pojkar i de flesta åldrar.



Figur 4 kadmiumintaget via de analyserade grötprodukterna µg/ kg kroppsvikt för den aktuellt ålderskategorin per vecka (För produkter över detektionsgränsen)

Kadmiumintaget via grötprodukterna blir större då kadmiumbidrag från vatten som används vid beredning av produkten räknas in, se figur 5. Intaget har beräknats för pojkar eftersom intaget är något större för dem än för flickor. Kadmiumintaget styrs av vilken kadmiumhalt vattnet har vid beredning men också hur mycket vatten som ska tillsättas produkten. Vid väldigt låga kadmiumhalter i vatten, 0,01 och 0,1 µg/l blir kadmiumintaget i stort sätt detsamma som för enbart grötpulvret. Intaget varierar mellan 1,6–2,8 µg/ kg kroppsvikt och vecka för produkterna. När kadmiumhalten i vatten ligger på 1µg/l varierar kadmiumintaget mellan 2-3,3 µg/ kg kroppsvikt och vecka för produkterna. När kadmiumhalten i vatten är 2µg/l ger samtliga grötprodukter upphov till ett kadmiumintag på över 2,5 µg/ kg kroppsvikt och vecka. Vid den högsta kadmiumhalten i vatten, 5µg/l livsmedelsverkets gräns för att vatten ska klassas som otjänligt med avseende på kadmium, använts vid beräkning varierar kadmiumintaget mellan 3,9–6,3 µg/ kg kroppsvikt och vecka



Figur 5 Kadmiumintaget för pojkar via barngröt beredd på vatten med olika kadmiumhalter µg/ kg kroppsvikt och vecka. EFSA:s TWI ligger på 2,5 µg/ kg kroppsvikt och vecka.

Den ickeparametriska envägs ANOVAn visade att det fanns en skillnad i kadmiumhalt mellan de utvalda produktgrupperna (för produktpulvret, kadmiumbidrag via vatten ej inräknat). U-testet, Mann-Whitneys test visade att det fanns en statistisk skillnad mellan grupperna modersmjölksersättning och ris (p=0,047), modersmjölksersättning och grahamsmjöl (0,014) samt grahamsmjöl och vetemjöl (p=0,026) gällande kadmiumhalt. Testet visade också att det inte fanns någon statistisk skillnad i kadmiumhalt mellan grupperna modersmjölksersättning och vetemjöl (p=0,317), rismjöl och grahamsmjöl (p=0,773) eller rismjöl och vetemjöl (p=0,091).

Ris- och grahamsmjölsgrupperna innehöll högre kadmiumhalt än gruppen med modersmjölksersättning. Gruppen med grahamsmjölet innehöll i sin tur högre halt än gruppen med vetemjöl. Kadmiumhalterna verkade vara högre i vetemjöl än i modersmjölksersättning. Rismjöl verkade ha lägre kadmiumhalt än grahamsmjöl men högre än vetemjöl.

Diskussion

En av de analyserade barnmatsprodukterna gav upphov till ett högre kadmiumintag än EFSA:s gränsvärde på 2,5µg/kg kroppsvikt och veckan. Kadmiumintaget beräknades för den rekommenderade åldersgruppen och att hela energibehovet tillgodosågs med den specifika produkten. Vid den beräkningen räknades inget kadmiumbidrag av vatten vid beredning in. Kadmiumintaget över gränsvärdet är allvarligt eftersom gränsvärdet är satt för att undvika skadliga hälsoeffekter. Det är även illavarslande eftersom de specifika hälsoeffekterna på små barn inte är fullt kända och inte heller vid vilken exponering dessa hälsoeffekter uppstår. Resultatet stämde in på den inledande misstanken om att kadmiumhalterna i denna typ av barnmatsprodukter är höga och att kadmiumintaget för små barn därför förmodligen ligger runt EFSA:s TWI.

När kadmiumbidrag från vatten vid beredning av produkten räknades in hamnar flera barnmatsprodukter över gränsvärdet. Utöver det tillkommer ett kadmiumbidrag från barnets behov av dricksvatten i övrigt. Vilket kan innebära att intaget blir ännu större. För kadmiumhalter i vatten under 1 µg/l var inte kadmiumbidraget så stort. Det innebär att de flesta barn förmodligen inte utsätts för kadmiumintag över gränsvärdet eftersom kadmiumhalterna i vatten generellt är ganska låga i Sverige.

Felkällor i undersökningen kan vara att beräkningar gjorts på generella energibehov och vikter för barn i olika åldrar. Dessa faktorer blir annorlunda för barn på individuell nivå. Beräkningarna har gjorts på att barnets hela energibehov fyllts av produkten. Så ser det inte ut i verkligheten, en korrekt beräkning bör göras efter en konsumtionsundersökning. Det finns förmodligen även en viss individuellvariation i konsumtionen i förhållande till energibehovet i olika perioder.

På vissa ställen kan däremot risker uppstå eftersom kadmiumhalterna kan vara förhöjda pga. olika faktorer t ex lågt pH, bergarter med naturligt hög kadmiumhalt, förorening eller utlösning av kadmium från vattenrör och kranar. Vid en kadmiumhalt på 2 µg/l gav samtliga grötprodukter upphov till kadmiumintag över gränsvärdet. Kadmiumhalter i vatten av denna mängd borde kunna förekomma eftersom vatten med 1µg Cd/l endast klassas som tjänligt med anmärkning. WHO:s gränsvärde är 3 µg/l och vatten betecknas inte som otjänligt i Sverige förrän vid 5 µg/l.

Kadmiumbidrag via dricksvatten kan ha en stor betydelse för kadmiumintaget. Detta väcker frågan om hur tillverkarna ska förhålla sig till produktens kadmiuminnehåll. Ska tillverkarna se till att produkten de tillverkar inte ger upphov till kadmiumintag som överstiger gränsvärdet eller ska hänsyn även tas till ett kadmiumbidrag via vatten. Det kanske inte kan förutsättas att vatten som används vid beredning av produkten har låga kadmiumhalter. Utöver vatten i kosten tillkommer även dricksvatten som kan förvärra kadmiumintagssituationen ytterligare.

Kadmiumhalterna i grötprodukterna i den här undersökningen var något mindre än kadmiumhalterna i grötprodukter analyserade i en studie av Eklund och Oskarsson. Kadmiumhalterna i denna undersökning låg mellan 12 – 21 µg/kg och i den tidigare studien mellan 6 - 27 µg/kg. I den studien fanns även en skillnad mellan tillverkarna. I denna undersökning var Semper tillverkare av de produkter som hade högst kadmiumhalt medan det i den tidigare studien var Nestlé (dåvarande Findus).

Anledningen kan till viss del förklaras av att Nestlé bytt spannmålsleverantör och får nu spannmål från ett område med lägre kadmiumhalter än innan enligt Eklund och Oskarssons studie. Det kan också förklaras av att båda tillverkare ställer hårdare krav på råvarornas

kadmiumhalt och att produkternas sammansättning har ändrats. Tidigare var spannmål eller ris huvudingrediensen i den analyserade produkten. I denna studie är skummjölkspulver ofta huvudingrediensen följt av spannmål eller ris. Då en viss del av spannmål eller ris ersätts med skummjölkspulver borde produktens kadmiumhalt minska eftersom mjölk innehåller väldigt låga kadmiumhalter.

Kadmiumintaget i Eklund och Oskarssons studie låg mellan 0,10-3,05 µg/kg kroppsvikt i veckan då tillverkarens portionsråd följdes för ålderskategorin och eventuellt kadmiumtillskott från dricksvatten inte inkluderades. Deras slutsats var att kadmiumhalterna i barnmat baserad på mjölk och spannmål i Sverige är låga men att de resulterar i ett stort bidrag till små barns kadmiumintag pga. deras högre energiintaget per kilo kroppsvikt och bristen på variation i kosten. När deras undersökning gjordes gällde JECFA:s gränsvärde på 7 µg/ kg kroppsvikt och vecka. I dagens läge och med det nya gränsvärdet från EFSA skulle även vissa av deras analyserade produkter ge upphov till för höga kadmiumintag. Redan innan kadmiumbidrag från vatten räknats in.

Det finns vissa statistiska skillnader i kadmiumhalt mellan de analyserade grupperna. Ris- och grahamsmjölsgrupperna innehöll högre kadmiumhalt än gruppen med modersmjölksersättning. Skillnaden beror på att samtliga modersmjölksersättningsprodukter hade kadmiumhalter under detektionsgränsen. Gruppen med grahamsmjölet inneöll högre halter än gruppen med vetemjöl.

På grund av skillnaden i kadmiumhalt mellan de olika grupperna tycks det vara bättre ur kadmiumexponeringssynpunkt att små barn äter gröt baserad på vetemjöl än gröt baserad på rismjöl eller grahamsmjöl. Det är inte helt sant eftersom exponeringen inte enbart beror på produktens kadmiumhalt utan även på produktens energivärde och därför hur mycket produkt som konsumeras.

Produkterna med stort innehåll av vetemjöl hade oväntat låga kadmiumhalter. Eftersom vete innehåller högst kadmiumhalter av samtliga spannmål förväntades dessa grötprodukter innehålla de högre kadmiumhalterna. Höga halter i veteprodukter har visats i många undersökningar bl.a. av miljöförvaltningen i Landskrona, Jorhem et al. och Stolt et al m.fl. Halterna i gröt baserad på vetemjöl var i ett fall 12 µg/ kg vilket är ganska mycket lägre än de halter som beräknats för vetemjöl i Sverige. Där varierade halten mellan 25-47µg/ kg och 14-55µg/ kg.

Produkterna med stort innehåll av grahamsmjöl hade högst kadmiumhalter. Detta stämmer överens med vad som visats i flera studier nämligen att mjöl som innehåller fler skaldelar än vanligt vetemjöl också har högre kadmiumhalter. Även i detta fall var halterna i gröt lägre än halter uppmätta i veteprodukter innehållande skaldelar.

Produkterna med stort innehåll av rismjöl låg även de långt upp i listan över högst kadmiumhalter. Resultatet överensstämmer med resultat från studier som visat att kadmiumhalterna i rismjöl kan vara relativt höga. Halterna i gröt baserad på rismjöl var lägre än det medelvärde som beräknats för kadmiumhalten i risprodukter på den svenska marknaden.

Modersmjölksersättning innehåller mycket lägre kadmiumhalter än övriga analyserade barnmatsprodukter och hamnade samtliga under detektionsgränsen. Trots att de ligger under detektionsgränsen kan de ge upphov till ett betydande kadmiumtillskott pga. de stora mängder som konsumeras av barn i förhållande till deras kroppsvikt.

Samtliga analyserade produkter låg väldigt nära detektionsgränsen vilket förmodligen innebär att de produkter med vetemjöl som hamnat under detektionsgränsen kanske inte har mycket lägre kadmiumhalter än de övriga produkterna. Detsamma skulle även kunna gälla för modersmjölksersättningen.

Det nya gränsvärdet från EFSA är en förbättring jämfört med det tidigare gränsvärdet. Det tar även hänsyn till riskgrupper däribland barn. WHO håller fortfarande fast vid det gamla gränsvärdet trots att studier visat att negativa hälsoeffekter kan uppstå vid exponering i storleksordning med gränsvärdet. Anledningen är att de anser att studierna inte är tillräckligt säkra. Det är möjligt att även WHO:s gränsvärde sänks i framtiden.

När EFSA:s gränsvärdet sattes fanns vetskap om att gränsvärdet förmodligen överskrids för vissa grupper däribland barn med dagens kadmiumhalter i livsmedel. Därför finns det kanske ett behov av att sänka gränsvärdena för kadmiumhalter i livsmedel som finns i lagstiftningen idag. Ytterligare åtgärder för att sänka kadmiumhalterna i åkermark behövs som en följd av behovet att sänka halterna i livsmedel. Eftersom kadmiumhalten i marken är en av de viktigaste faktorerna för hur stort kadmiumupptaget i grödorna blir.

Det är inte känt om upptaget av kadmium hos barn är detsamma som hos vuxna, studier tyder på att det är större. Av den anledningen kanske säkerhetsmarginalen i gränsvärdet inte är tillräckligt stor för barn. Om skillnaderna är stora kanske det krävs ett speciellt gränsvärde för barn och en speciell lagstiftning för kadmiumhalter i barnmat. Detta finns inte idag.

Kadmiumhalterna i jordbruksmark och livsmedel behöver minskas ytterligare av flera anledningar. Kadmiumhalten i mark ökar fortfarande något och eftersom kadmiumintaget för små barn är stort vilket den här undersökningen visar. Det är komplicerat att minska halterna i livsmedel eftersom kadmiumhalterna i mark har en naturlig variation men också en variation som beror på mänsklig påverkan. När kadmiumhalterna redan är höga i mark är det svårt att minska kadmiumhalten. Det är även svårt att styra kadmiumupptag i växter eftersom flera faktorer påverkar kadmiumupptaget. Skärpta gränser för kadmiumhalter kan därför bli problematiskt. Det är kanske inte möjligt att undvika att odla livsmedel för humankonsumtion på jordbruksmark med för höga kadmiumhalter, eller på jordar där grödan av andra anledningar riskerar att få för hög kadmiumhalt och samtidigt tillgodose behovet av livsmedel.

Om spannmål inte kan odlas på vissa jordar kanske behovet av spannmål för humankonsumtion inte fylls. Ett förslag är att spannmålen från jordar med hög kadmiumhalt används till foder eftersom kadmiumhalten inte blir lika hög i produkter som mjölk och kött. Halterna i kött och mjölk riskerar också bli högre än om då fodret innehåller lägre kadmiumhalter. Det resulterar istället i att dessa produkter ger upphov till ett större kadmiumbidrag. Ett annat problem är kostnaden för en sänkning av kadmiumhalten i spannmål. Vissa åtgärder för att minska halterna kan bli väldigt kostsamma. Förhoppningsvis finns viljan att satsa på det ändå.

Kompromisser mellan behovet av livsmedel och vilka kadmiumhalter i livsmedlen som accepteras kan leda till att negativa hälsoeffekter uppstår. Det kan ske om för höga kadmiumhalter i livsmedel tillåts för att kunna tillgodose behovet av spannmål. Detta gäller kanske speciellt för barn eftersom kunskapen om deras exponering och effekterna av exponeringen inte är lika stor som för den vuxna befolkningen. Det är speciellt viktigt med låga kadmiumhalter i baslivsmedel eftersom konsumtionen av dessa är mycket högre än för andra livsmedel. Det är även viktigt med låga halter i baslivsmedel eftersom de ofta utgör en

stor del av barnmatsprodukter. En annan anledning är att små barn ofta inte har många alternativ till spannmålsbaserad gröt och välling samt modersmjölksersättning i sin kost.

Utvecklingen för att uppnå miljömålet giftfri miljö går långsamt och delmålet om kadmium anses vara svårt att uppnå. Det verkar komplicerat att få kadmiumintaget via livsmedel i Sverige att minska. Det sker fortfarande en liten ökning av kadmiumhalterna i jorden. Genomförda åtgärder inom området har minskat kadmiumtillförseln kraftigt. Förhoppningsvis kan framtida åtgärder sänka kadmiumhalterna och minska exponeringen ytterligare.

Viktigaste slutsatser

- Kadmiumhalten i barnmatsprodukter baserade på spannmål kan vara hög
- En barngrötsprodukt i undersökningen gav upphov till ett kadmiumintag som överstiger gränsvärdet från EFSA. Redan innan eventuellt kadmiumbidrag via vatten räknats in
- Kadmiumhalten i dricksvatten kan ha stor betydelse för små barns kadmiumintag. Samtliga grötprodukter i undersökningen ger upphov till ett kadmiumintag som överstiger gränsvärdet då vatten med en kadmiumhalt över 2 µg/l används vid beredning av produkten.

Källförteckning

Alexander, J et al. (2009) *Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on cadmium in food*. The EFSA Journal (2009) 980, 1-139.

Alfvén T. 2002. *Bone and kidney effects from cadmium exposure*. Karolinska University Press. Stockholm. ISBN 91-7349-341-4.

Eklund G, Oskarsson A. 1999. *Exposure from infant formulas and weaning foods*. Food additives and contaminants, vol 16, no 12:509-519.

Eklund G. 2003. *Cadmium in newborns-bioavailability from infant food studied in a rat pup, a piglet and a human intestinal cell line model*. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae – Veterinaria vol 164, 52p.

Eriksson E, Söderström M. 1996. *Cadmium I soil and winter wheat grain in southern Sweden 1. Factors influencing Cd levels in soils and grain*. Acta agriculture scandinavica section B, Soil and plant science 46:240-248.

Eriksson J. 2009. *Strategi för att minska kadmiumbelastningen i kedjan mark-livsmedel-människa*. SLU rapport MAT21 nr 1/2009.

Eriksson J, Stenberg B, Andersson A, Andersson R. 2000. Tillståndet i svensk åkermark och spannmålsgröda. Naturvårdsverket, rapport 5062.

Eriksson J, Öborn I, Jansson G, Andersson A. 1996. *Factors influencing Cd-content in crops*. Swedish journal of agricultural research 26:125-133.

FAO, WHO, UNU. 2001. *Human energy requirements*. FAO FOOD AND NUTRITION TECHNICAL REPORT SERIES 1

Gärding, E. 1995. *Rapport om kadmiumhalten I livsmedel som innehåller vete 1994*. Miljöförvaltningen, Landskrona kommun. Rapport 2/95.

Hedlund B, Eriksson J, Petersson-Grawé K, Öborn I. 1997. *Kadmium – tillstånd och trender*. Naturvårdsverket, rapport 4759.

Jorhem L, Sundström B. 1993. *Levels of lead, cadmium, zinc, copper,nickel, chromium, manganese and cobalt in foods on the Swedish market 1983-1990*. Journal of food composition and analysis 6:223-241.

Jorhem L, Åstrand C, Sundström B, Baxter M, Stokes P, Lewis J, Petersson Grawé K. 2008. *Elements in rice from the Swedish market: 1. Cadmium, lead and arsenic (total and inorganic)*. Food Additives and Contaminants 25:284-292.

Järup L, Berglund M, Binder C, Nordberg G, Vahter M. 1998. *Health effects of cadmium exposure – a review of the literature and a risk estimate*. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health 24: suppl 1:52 p.

KEMI. 1998. *Cadmium exposure in the Swedish environment*. Kemikalieinspektionen; KEMI rapport 1/98

Livsmedelsverket. www.slv.se/sv/grupp1/Risker-med-mat/Metaller/Kadmium/. Besökt 15/10 2009.

Meeûs C, Eduljee G Hutton M. 2002. *Assessment and management of risks arising from exposure to cadmium in fertilizers.1*.The science of the total environment 291:167-187.

Miljömål. http://www.miljomal.nu/4-Giftfri-miljo/. Besökt 16/10 2009

Naturvårdsverket. 1999. *Kadmium – exponering och effekter på människans hälsa*. Temafakta. Naturvårdsverkets förlag Stockholm.

Naturvårdsverket.www.naturvardsverket.se/sv/Tillstandet-i-miljon/Bedomningsgrunder-for-miljokvalitet/Grundvatten/Metaller. Besökt 21/10 2009

Naturvårdsverket. 2009. *Årsrapport 2008 hälsorelaterad miljöövervakning*. Enheten för miljöövervakning.

Nilsson U, Schütz A, Bensryd I, Nilsson A, Skerfving S, Mattsson S. 2000. *Cadmium levels in kidney cortex in Swedish farmers*. Envinronmental research section A 82:53-59.

Nordberg G. 2009. *Historical perspectives on cadmium toxicology*. Toxicology and applied pharmacology 238: 192-200.

Olsson I, Eriksson J, Öborn I, Skerfving S, Oskarsson A. 2005. *Cadmium in food production systems: A health risk for sensitive population groups*. Ambio 34:344-351.

Rosborg I, Nihlgård B Gerhardsson L. 2003. *Inorganic constituents of well water in one acid and one alkaline area of south Sweden*. Water, air and soil pollution 142:261-277.

Rosborg I, Nihlgård B Gerhardsson L, Sverdrup H. 2006. *Concentrations of inorganic elements in 20 municipal waters in Sweden before and after treatment – links to human health*. Environmental geochemistry and health 28:215-229.

SLVFS 2001:30. Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten.

SOSFS 2003:17. Socialstyrelsens allmänna råd om försiktighetsmått för dricksvatten.

Stolt P, Asp H, Hultin S. 2006. *Genetic variations in wheat cadmium accumulation on soils with different cadmium concentartions*. Agronomy and Crop Science 192:201-208.

Söderström M, Eriksson J. 1996. *Cadmium in soil and winter wheat grain in southern Sweden II.* Acta agriculture scandinavica section B, Soil and plant science 46:249-257.

WHO.2004. *Cadmium in drinking-water. Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality*. Geneva, World Health Organization

WHO. 2004. *Safety evaluation of certain food additives and contaminants*. Sixtyfirst meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). WHO food additives series; 52.

WHO. 2008. *Guidelines for Drinking-water Quality*. Third edition, volume 1. Geneva.

Wångstrand H, Eriksson J, Öborn I. 2007. *Cadmium concentrations in winter wheat as affected by nitrogen fertilization*. European journal of agronomy 26:209-214.

Bilaga 1. Provtagna barnmatsprodukter

Produkttyp	*Huvud ingrediens*	*Semper*	*Nestle*	*Ålder (mån)*	*Ingredienser*	*Tillagningsanvisningar*	*Energivärde*	*Cd-halt (µg/kg)*
Gröt	Rismjöl	Banangröt		4	Rismjöl, skummjölkspulver, veg. olja, bananpulver, maltodextrin, vetemjöl, mjölkprotein, mineralämnen, emulgeringsmedel och vitaminer	1 ¼ dl vatten till 5 msk pulver	100g pulver: 1950kJ/ 470kcal Portion (33g pulver och 1 ¼ dl vatten): 650kJ/ 150kcal	13
		Risgröt med äpple-mango		5	Rismjöl, skummjölkspulver, veg. olja, avsaltat vasslepulver, äppeljuicekonc., mangopulver, mineralämnen, emulgerinsmedel och vitaminer	1 ¼ dl vatten till 4 msk pulver	100g pulver: 1950kJ/ 460kcal Portion (33g pulver och 1 ¼ dl vatten): 650kJ/ 150kcal	17
			Risgröt morot	4	Rismjöl, morotspulver, oligofruktos, majsstärkelse, maltodextrin, inulin, bifidobactrerium lactis, vanillin, mineralämnen och vitaminer	Smakportion: 1 ½ dl modersmjölk/ersättning el vatten till 4 msk pulver	100g pulver: 1600kJ/ 380kcal Portion (25g pulver och 160ml modersmjölk/ersättning): 920kJ/ 220kcal	<10
		Äpple-		6	Skummjölkspulver,	1 ¼ dl vatten till 4 msk	100g pulver: 1950kJ/	18

	pärongröt			rismjöl, vetemjöl, veg. olja, äppeljuicekonc., päronjuicekonc., mjölkprotein, mineralämnen, emulgeringsmedel och lactobaciller	pulver	470kcal Portion (33g pulver och 1 ¼ dl vatten): 650kJ/ 150kcal	
Vetemjöl		Müssligröt äppelbitar	15	Vetemjöl, skummjölkspulver, rågflingor, äppeljuicekonc., torkat äpple, veg. olja, havregryn, maltodextrin, mineralämnen och vitaminer	1 dl vatten till ¾ dl pulver	100g pulver: 1700kJ/ 400kcal Portion (30g pulver): 500kJ/ 120kcal	<10
		Äpplegröt	6	Vetemjöl, skummjölkspulver, äppeljuicekonc, veg. olja, maltodextrin, mineralämnen och vitaminer	1 dl vatten till ¾ dl pulver	100g pulver: 1800kJ/ 430kcal Portion (28g pulver): 500kJ/ 120kcal	<10
		Fruktgröt äpple-passionsfrukt-cornflakes	12	Vetemjöl, skummjölkspulver, veg. olja, cornflakes, äppeljuicekonc, passionsfruktpulver, maltodextrin, mineralämnen och vitaminer	1 dl vatten till ¾ dl pulver	100g pulver: 1820kJ/ 430kcal Portion (30g pulver): 550kJ/ 130kcal	<10
		Havregröt katrinplommon	6	Havremjöl, vetemjöl, katrinplommon,	1 ½ dl modersmjölk/ ersättning/ vatten till 4 msk pulver	100g pulver: 1600kJ/ 380kcal	12

				oligofruktos, inulin, bifidobacterium, lactis, maltodextrin, vanillin, mineralämnen och vitaminer		Portion (25g pulver och 160ml modersmjölk/ersättning): 920kJ/ 220kcal	
	Fullkorn (grahamsmjöl)	Fruktgröt med päron-banan		8	Skummjölkspulver, veg. olja, grahamsmjöl, vetemjöl, päronjuicekonc., havremjöl, bananpulver, vasslepulver, mjölkprotein, mineralämnen, emulgeringsmedel och vitaminer	1 ¼ dl vatten till 5 msk pulver	100g pulver: 1900kJ/ 450kcal Portion (33g pulver och 1 ¼ dl vatten): 600kJ/ 150kcal	15
		Fullkornsgröt		12	Skumjölkspulver, grahamsmjöl, havremjöl, veg. olja, vasslepulver, rismjöl, majsflingor, veteflingor, äppeljuicekonc., mineralämnen, mjölkprotein, emulgeringsmedel och vitaminer. (41% fullkorn)	1 ¼ dl vatten till 5 msk pulver	100g pulver: 1800kJ/ 430kcal Portion (35g pulver och 1 ¼ dl vatten): 650kJ/ 150kcal	21
			Mild fullkornsgröt	8	Mältat grahamsmjöl, skummjölkspulver, mältat vetemjöl,	1 dl vatten till ¾ dl pulver	100g pulver: 1780kJ/ 430kcal Portion (28g pulver):	12

				havremjöl, veg. olja, majsstärkelse, maltodextrin, mineralämnen och vitaminer. (42% fullkorn)		500kJ/ 120kcal	
		Fruktgröt fullkorn med päron och bitar av äpple	12	Skummjölkspulver, grahamsmjöl, veg. olja, havremjöl, vetemjöl, päronjuicekonc., rågmjöl, vasslepulver, torkade äppelbitar, mineralämnen, emulgeringsmedel, vitaminer, torrjäst. (41% fullkorn)	1 ¼ dl vatten till 5 msk pulver	100g pulver: 1800kJ/ 430kcal Portion (35g pulver och 1 ¼ dl vatten): 650kJ/ 150kcal	16
Mjölk ersättning	Mjölkpulver	Babysemp 1	0-6	Avsaltat vasslepulver, veg. olja, skummjölkspulver, mjölksocker, mjölkfett, mineralämnen, mjölkprotein, emulgeringsmedel, vitaminer, kolin, taurin, inositol och L-karnitin	Olika för olika åldrar	100g pulver ger 2150kJ/ 510kcal 100ml blandning ger 280kJ/ 66kcal	<10
		Babysemp 2	4-12	Avsaltat vasslepulver, veg. olja, skummjölkspulver, mjölkfett, risstärkelse,	Olika för olika åldrar	100g pulver ger 2150kJ/ 510kcal 100ml blandning ger 280kJ/ 66kcal	<10

			mjölksocker mineralämnen, mjölkprotein, emulgeringsmedel, vitaminer, kolin, taurin, inositol och L-karnitin			
	Nan 1	0-ca 6	Avsaltat vasslepulver, veg. olja, laktos, skummjölkspulver, mjölkprotein, fiskolja, emulgeringsmedel, L-fenylalanin, taurin, inositol, nukleotider, maltodextrin, L-karnitin, L-histidin, mineralämnen och vitaminer	Olika för olika åldrar	100g pulver ger 2170kJ/ 519kcal 100ml blandning ger 280kJ/ 67kcal	<10
	Nan 2	4-	Avsaltat vasslepulver, veg. olja, laktos, skummjölkspulver, mjölkprotein, fiskolja, emulgeringsmedel, L-fenylalanin, taurin, inositol, nukleotider, maltodextrin, L-karnitin, L-histidin, mineralämnen och vitaminer	Olika för olika åldrar	100g pulver ger 2170kJ/ 519kcal 100ml blandning ger 280kJ/ 67kcal	<10

Bilaga 2. Barns energibehov enligt WHO (FAO/WHO/UNU, 2001)

Ålder (månader)	Vikt (kg)	Dagligt energibehov (kcal/dag)
Pojkar		
0-1	4.58	518
1-2	5.50	570
2-3	6.28	596
3-4	6.94	569
4-5	7.48	608
5-6	7.93	639
6-7	8.30	653
7-8	8.62	680
8-9	8.89	702
9-10	9.13	731
10-11	9.37	752
11-12	9.62	775
12-24	11.5	948
Flickor		
0-1	4.35	464
1-2	5.14	517
2-3	5.82	550
3-4	6.41	537
4-5	6.92	571
5-6	7.35	599
6-7	7.71	604
7-8	8.03	629
8-9	8.31	652
9-10	8.55	676
10-11	8.78	694
11-12	9.00	712
12-24	10.8	865