

Kadmium i livsmedel från Jämtlands län

Rapport

2009:02

Miljö/Fiske
Miljöövervakning



Analys av potatis samt undersökningsbehov
för andra lokalproducerade grödor

Kadmium i livsmedel från Jämtlands län

Analys av potatis samt undersökningsbehov för andra lokalproducerade grödor

Maria Ed

Maj 2009

Omslagsbild: Fredrik Herrlander

Miljöövervakningsfunktionen
Avdelningen Miljö och Fiske
Länsstyrelsen i Jämtlands län
831 86 Östersund
063-146000

www.lansstyrelsen.se/jamtland

Förord

I det regionala miljömålsarbetet har de nationella miljömålen prioriterats och anpassats till de förhållanden som råder lokalt och regionalt. Länsstyrelsen i Jämtlands län har, i samarbete med kommuner, företag, organisationer och föreningar, fastställt de regionala miljömålen för Jämtlands län. Giftfri Miljö, och därmed delmålet rörande kadmium och dioxiner, har bedömts vara ett av de prioriterade målen i länet.

Naturvårdsverket har det nationella samordningsansvaret för hälsorelaterad miljöövervakning. Programområdet för hälsorelaterad miljöövervakning (HÄMI) är indelat i flera delprogram, varav ett utgörs av exponering för miljöföroreningar. Delprogrammet omfattar övervakning av kadmium i såväl livsmedel som humanbiologiska media. HÄMI står för den huvudsakliga finansieringen av denna studie. Medfinansiär och utförare av projektet är Länsstyrelsen i Jämtlands län.

Sammanfattning

Tidigare undersökningar har påvisat att kadmiumhalterna i matjord och alv i Jämtlands län är bland de högsta i landet. Detta beroende på höga och naturliga nivåer av kadmium i berggrunden i främst kambrosiurområdet. Mot bakgrund av de höga halterna har man befarat att nivåerna av kadmium i livsmedel producerade inom länet skulle överskrida de gränsvärden som finns fastställda. Säkra halter av kadmium och dioxiner i livsmedel ingår därför som delmål inom miljö kvalitetsmålet Giftfri Miljö på såväl nationell som regional nivå. Kadmiumexponering via föda sker huvudsakligen genom konsumtion av spannmål, potatis och rotfrukter.

Denna förstudie syftar till att översiktligt kartlägga kadmiumhalterna i kommersiellt odlad matpotatis inom Jämtlands län. Provtagning av potatis har utförts hos 15 odlare i länet, vilka tillsammans svarar för drygt 75 % av länets potatisåkerareal. I studien har potatissorterna Sava, King Edvard, Matilda och Maritema ingått och dessa har analyserats med avseende på As, Cd, Cu, Mn, Zn, Se och Pb. Matjorden har analyserats med avseende på samma parametrar men även på pH och TOC. Medelvärde för de uppmätta kadmiumhalterna ligger på 0,014 mg Cd/kg färskvikt, vilket ligger långt under det gällande gränsvärdet på 0,1 mg Cd/kg. Inga enskilda värden för någon potatissort eller odlingslokal har överskridit gränsvärdet. Med avseende på folkhälsan ur ett långsiktigt folkhälsoperspektiv bedöms, utifrån uppmätta värden i denna studie, risken för en normal konsument att äta potatis odlad inom länet som liten. Även vad gäller övriga metaller som ingått i studien överskrids inga fastställda gränsvärden. Andra grödor i länet som skulle kunna innehålla förhöjda halter av kadmium är spannmål, morötter och sallad. Odlingen av dessa grödor i länet är dock begränsad och fortsatta studier vad gäller i kadmium i grödor inom länet bedöms därför som lågprioriterade.

Innehållsförteckning

1. INLEDNING	11
1.1. HÄLSORELATERAD MILJÖÖVERVAKNING AV KADMIUM.....	11
1.2. KADMIUM I MILJÖMÅLSARBETET	11
1.3. STUDIENS SYFTE.....	11
2. BAKGRUND	13
2.1. KADMIUM I MILJÖN	13
2.2. KADMIUM I LIVSMEDEL	13
2.3. KADMIUM OCH VÅR HÄLSA	15
2.4. RISK FÖR HÖGA KADMIUMHALTER I GRÖDOR ODLADE INOM JÄMTLANDS LÄN	16
2.4.1. Tidigare utförda undersökningar av kadmium i grödor	16
2.4.2. Jordbruk i Jämtlands län.....	16
2.4.3. Berggrundsgeologi i Jämtlands län.....	17
2.4.4. Atmosfäriskt nedfall.....	17
3. METOD	19
3.1. VAL AV GRÖDA FÖR KADMIUMPROVTAGNING.....	19
3.2. VAL AV PROVTAGNINGSMEDIA OCH ANALYSPARAMETRAR.....	19
3.3. VAL AV LABORATORIUM	19
3.4. VAL AV POTATISODLARE	20
3.4.1. Potatisodlare i länet	20
3.4.2. Val av potatissorter för provtagning	20
3.5. VAL AV PROVTAGNINGSPUNKTER	21
3.6. PROVTAGNINGSMETODIK.....	21
3.7. LOGISTIK OCH KVALITETSKONTROLL I SAMBAND MED PROVTAGNING.....	22
3.8. PROVBEREDNING OCH ANALYS AV VÄXT- OCH JORDPROVER	22
4. RESULTAT	23
4.1. VÄXTANALYSER	23
4.1.1. Kadmium.....	23
4.1.2. Arsenik, bly samt växtnäringsämnen	24
4.2. JORDANALYSER	24
4.3. SAMBAND MELLAN KADMIUM I POTATIS OCH JORDPARAMETRAR	25
5. DISKUSSION.....	26

1. Inledning

1.1. Hälsorelaterad miljöövervakning av kadmium

Naturvårdsverket har det övergripande ansvaret för den nationella och regionala miljöövervakningen. Den nationella övervakningen drivs av Naturvårdsverket medan länsstyrelserna samordnar övervakningen på den regionala nivån. Miljöövervakningens övergripande syfte omfattar beskrivning och uppföljning av tillståndet i miljön i ett långsiktigt perspektiv. Miljöövervakningens ska därmed ge underlag för uppföljning av miljökvalitetsmål samt andra nationella och internationella rapporteringskrav.

Ett av programområdena inom Naturvårdsverkets miljöövervakningsarbete är Hälsorelaterad Miljöövervakning, HÄMI. Målsättningen med HÄMI är att långsiktigt övervaka potentiellt hälsoskadliga miljöfaktorer samt arbeta för att upptäcka och bedöma nya hot mot människors hälsa (Naturvårdsverket m.fl., 2007). Ett av delmålen för verksamheten inom HÄMI omfattar exponering av hälsofarliga ämnen via livsmedel. Dessa hälsofarliga ämnen omfattar såväl metaller som organiska miljögifter.

Såväl Socialstyrelsen som Livsmedelsverket har ett nationellt samordningsansvar vad gäller miljöföroreningar i livsmedel. Socialstyrelsen har det övergripande ansvaret för hälsofrågor i miljömålsarbetet och Livsmedelsverket ska genom stickprovskontroller göra riskbedömningar och ta fram kostråd anpassade till uppmätta halter i våra livsmedel.

1.2. Kadmium i miljömålsarbetet

En minskning av exponeringen vad gäller kadmium utgör ett delmål inom det nationella miljökvalitetsmålet Giftfri miljö. Delmålet säger att det år 2015 ska vara fastställt att kadmiumexponeringen via föda och arbete är på en sådan nivå att den bedöms vara säker för folkhälsan i ett långsiktigt perspektiv (Sveriges miljömål, 2008).

Miljömålsarbete sker på såväl nationell som regional nivå. De regionala miljömålen utgår från de nationella men prioriteras och anpassas till lokala och regionala förhållanden. De senaste reviderade regionala miljömålen för Jämtlands län fastställdes av Länsstyrelsen i Jämtlands län i december 2006. Åtgärdsprogrammen vad gäller de regionala miljömålen är framtagna i samarbete med kommuner, företag, organisationer och föreningar. De nationella delmålen rörande kadmium och dioxiner hanteras i det regionala miljömålsarbetet i ett gemensamt delmål. Vad gäller kadmiumexponeringen har det i länet fokuserats på exponering via föda. Det regionala delmålet lyder; "År 2010 ska exponeringen av kadmium och dioxiner till befolkningen via livsmedel producerade i länet vara på en sådan nivå att den är säker ur ett långsiktigt folkhälsoperspektiv." (Länsstyrelsen i Jämtlands län, 2006).

1.3. Studiens syfte

Denna studie syftar till att

- Kartlägga vilka grödor odlade inom länet som skulle kunna innehålla förhöjda kadmiumhalter
- Genom provtagning översiktligt undersöka kadmiumhalterna i kommersiellt odlad matpotatis inom Jämtlands län

- Utifrån uppmätta kadmiumhalter i potatis och jord göra en bedömning huruvida kadmiumupptaget från potatis odlad i Jämtland och Härjedalen utgör en risk ur ett långsiktigt folkhälsoperspektiv
- Mot bakgrund av uppmätta resultat bedöma behovet av fortsatta studier och uppföljningsprogram

2. Bakgrund

2.1. Kadmium i miljön

Kadmium tillförs naturligt till våra jordar från kadmiumhaltig berggrund. Mängden kadmium som tillförs jorden beror av modermaterialens geologiska sammansättning. Det förekommer högre kadmiumhalter i jordar där berggrunden utgörs av sulfidmalm, då kadmium bildar starka komplex med sulfider och tioler (McLaughlin m.fl., 1999). Det är framförallt i zinkmalm som kadmium förekommer i större mängder, vilket kan förklaras av att zink och kadmium har liknande kemiska egenskaper (McBride, 1994). Bergarten alunskiffer, en finkornig sedimentär bergart som innehåller en hög halt av svavelkis och organiskt material, innehåller höga halter av bland annat kadmium (Falk m.fl., 2006). Alunskifferområden i Sverige finns bland annat på Öland, i Skåne, i Närke samt i Storsjöbygden i Jämtland.

Den inom Sverige antropogena tillförseln av kadmium till miljön härstammar huvudsakligen från metallindustrin, zink- och järnbrytning samt användning av fosforhaltig handelsgödsel (Bergbäck m.fl., 1994). Vid förbränning av bland annat batterier, gamla produkter innehållande kadmium i plaster eller förzinkade objekt samt konstnärsfärger kan kadmiumföroreningar spridas långväga. Kadmium sprids även till luft vid förbränning av fossila bränslen.

Då kadmium är ett grundämne sker ingen nedbrytning av ämnet i naturen. Istället ansamlas tungmetallen i marken och transporteras sedan vidare till yt- och grundvatten. Genom grödors upptag av kadmium ingår tungmetallen i livsmedelskedjan, vilket kan generera negativa konsekvenser på djur och människors hälsa.

2.2. Kadmium i livsmedel

Spannmålsprodukter, rotfrukter, potatis och grönsaker bidrar i genomsnitt till 75 % av det totala intaget av kadmium (IMM, 2006). Svenska matkorgsundersökningar utförda 1983-1990 påvisar att vetemjöl, potatis, rågmjöl och morötter utgör de största kadmiumkällorna i vår kost (Jorhem m.fl. 1993). För medelkonsumenten av potatis beräknas 10 % av det dagliga kadmiumintaget komma från potatis (Peterson Grawé m.fl., 2001). Livsmedel såsom inälvsmat och skaldjur samt svampar, kakao, solroskärnor och vallmofrön kan innehålla ännu högre kadmiumhalter men konsumeras generellt inte i lika stor omfattning (IMM, 2006). Studier har även påvisat att kadmiumhalterna i Östersjöfisk har ökat (Socialstyrelsen, 2005).

Faktorer som påverkar grödors upptag av kadmium beror dels på mängden växttillgängligt kadmium i marken och dels på grödans förmåga att ta upp kadmium. Varför just kadmium diskuteras när det gäller grödor beror på att kadmium till skillnad från andra tungmetaller är relativt lätttrögligt i marken och därmed mer biotillgängligt. Enligt Eriksson m.fl. (1997) finns mellan 10-30 % av totalmängden kadmium i jorden i utbytbar form.

Fysiska och kemiska markfaktorer som påverkar mängden växttillgängligt kadmium är bland annat pH, katjonkapacitet, halten organiskt material, lerhalt, temperatur samt biologisk aktivitet (Alloway m.fl., 1990). Generellt är Cd och Zn mindre benägna än andra tungmetaller till att bilda organiska komplex (Almås m.fl., 2001). Oxiderande förhållanden i vittrade jordar medför att kadmiumjoner löser sig i porvattnet (McBride, 1994). I alkalina jordar minskar mobiliteten och biotillgängligheten av kadmium genom utfällningar av

CdCO_3 och CdPO_4 . Genom att kalka jordar med höga kadmiumhalter kan man därmed minska upptaget av kadmium i grödor.

Vad gäller grödors upptag av kadmium samt fördelning av ackumulerat kadmium i grödan varierar detta både mellan och inom arter. Faktorer som påverkar kadmiumupptaget beror bland annat på rotsystemets storlek och morfologi, rötternas produktion av ämnen som mobiliserar element för upptag, rötternas symbios med svampar och bakterier, transportsystem mellan cellmembran, xylemets förmåga att pumpa upp näringsämnen i plantan samt floemets förmåga att transportera ämnena ut i plantan (Grant m.fl., 2008). Vid rottillväxt sker också ett större intag av näringsämnen och eventuellt tillgängliga tungmetaller (Alloway m.fl., 1990).

Många internationella studier har utförts vad gäller olika grödors upptag och innehåll av kadmium. Bladgrönsaker har visat sig ta upp mer kadmium än till exempel rotfrukter, spannmål och frukt (Alloway m.fl., 1990). Lök och morötter har visat sig innehålla högre halter medan lägre halter har uppmätts i tomater, gurka och rädisor (Yang m.fl., 2009). Fördelning av kadmiumackumulering i majs har studerats (Vieira da Cunha m.fl., 2008), likaså kadmiumupptag i ris (Li m.fl., 2008).

En kartläggning av svensk åkermark och grödor med avseende på viktiga produktionsfaktorer samt förekomst av tungmetaller har utförts av Sveriges Lantbruksuniversitet sedan slutet av 1980-talet. Arbetet initierades och finansieras av Naturvårdsverket och material har utarbetats och sammanställts av Jan Eriksson och Arne Andersson (Sveriges Lantbruksuniversitet i Uppsala) samt Rune Andersson (Naturvårdsverket). Arbetet har redovisats i två rapporter, Tillståndet i svensk åkermark (1997) samt Tillståndet i svensk åkermark och spannmålsgröda – jordartens betydelse för markegenskaperna, samband markfaktorer och elementhalter i kärna (2000). Matjord- och alvprover har tagits genom slumpmässigt utvalda provplatser över Sveriges åkerareal. Dessa undersökningar har genom åren utökats i antal och har kommit att omfatta flera typer av grödor. De grödor som har ingått i det nationella övervakningsprogrammet är kärnprov av höstvet, korn och havre, där högst kadmiumhalter har uppmätts i höstvet. Då proverna har tagits i förhållande till den totala åkerarealen ingår inga potatisprover i den systematiska karteringen. Kadmium i potatis har däremot studerats av bland annat Öborn m.fl. (1993), Sandberg (2002) och Peterson Grawé m.fl. (2001). I dessa undersökningar med avseende på kadmium i potatis har man inte påvisat att några gränsvärden överskrids. Asp m.fl. (2002) har undersökt kadmiumackumulering i vete och durumvet och Asp (1999) har påvisat högre kadmiumhalter i sallad och morötter.

Livsmedelsverket gör regelbundna stickprovskontroller av livsmedel där även prover av potatis har analyserats. Inga gränsvärden har överskridits i någon av de nationella undersökningar som har gjorts med avseende på potatis.

Andra livsmedel som kan innehålla förhöjda kadmiumhalter är framförallt inälvsmat som lever och njure samt vissa vilda svamparter. Uppmätta kadmiumhalterna i kött och fisk är i Sverige är förhållandevis låga (Livsmedelsverket, 2008).

Flera EU-gränsvärden för kadmium i livsmedel har tagits fram och finns sammanställda i tabell 1.

Tabell 1. Gränsvärden för kadmium framtagna för några olika livsmedel (Kommissionens förordning, 2008)

Livsmedel	Gränsvärden (mg/kg våtvikt)
Kött* från nötkreatur, får, svin och fjäderfä	0,050
Hästkött*	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**	0,050
Muskelkött från specifika fiskarter***	0,10
Muskelkött från ansjovis och svärdfisk**	0,30
Skaldjur	0,50
Musslor	1,0
Bläckfisk	1,0
Spannmål	0,10
Kli, groddar, vete och ris	0,20
Sojaböner	0,20
Grönsaker och frukt	0,050
Bladgrönsaker, färska örter, kryddor, odlad svamp, selleri	0,20
Stjälkgrönsaker, rotfrukter och potatis****	0,10

*Avser inte slaktbiprodukter

**Avser inte fisklever

***Omfattar ansjovis, ryggsstrimmig pelamid, tvåbandsblecka, ål, mulle, taggmakrill, luvar, sardin, tonfisk, bonit, tunga

****Gränsvärdet avser skalad potatis

2.3. Kadmium och vår hälsa

Vissa tungmetaller är essentiella för djur och växter men det gäller inte kadmium, bly och kvicksilver. Det behövs inte speciellt höga halter av dessa tungmetaller för att deras toxiska effekter ska påverka människor och miljö negativt. Kadmiumhalterna i våra jordar fortsätter öka (Asp, 1999; Eriksson m.fl., 1997) och forskningen tyder på att hälsorisker på grund av kadmiumintag kan föreligga vid lägre doser än vad man tidigare trott (Yang m.fl., 2009).

Kadmium kan framförallt ge upphov till njur- och skelettskador. Njurarna är speciellt känsliga eftersom kadmium ackumuleras i njurbarken (Socialstyrelsen, 2005). Det finns ett behov av flera toxikologiska studier för att kunna dra slutsatser om kadmium påverkar immunförsvaret samt det centrala nervsystemet. Djurförsök har påvisat att kadmium kan ha en östrogenliknande effekt (Socialstyrelsen, 2005). Studier har även påvisat att kadmiumupptaget i tarmen kan öka vid låga järnnivåer i blodet (Åkesson m.fl., 2000) och det har visat sig att kvinnor generellt utsätts för en högre kadmiumbelastning än män (Livsmedelsverket, 2008). Då kadmiumhalterna i njurar och skelett ackumuleras under en längre tid på grund av lång halveringstid i kroppen, medför detta att effekterna av kadmiumexponering många gånger blir påtagliga först kring medelåldern.

Kadmium ansamlas i placentan, vilket medför att kadmium endast till begränsad del överförs till fostret. Kadmiumhalterna i modersmjölk och komjölk är relativt låga, då bröstkörteln fungerar som barriär för kadmiumtransporten (Socialstyrelsen, 2005).

Det dagliga medelintaget i Sverige beräknas till 1,5 µg/kg kroppsvikt/vecka (Livsmedelsverket, 2008). Ett större intag registreras för dem som konsumerar stora mängder skaldjur och fiberrik kost. Vad gäller det dagliga intaget för barn saknas dataunderlag. Redan på 70-talet fastställde WHO och FAO högsta tolerabla veckointaget (TWI) av kadmium till 7 µg/kg kroppsvikt, motsvarande 60-70 µg dagligen för en vuxen person. Flera studier har påvisat negativa hälsoeffekter på njure och skelett vid lägre halter än så och EFSA, The European Food Safety Authority, har lagt fram förslag på ett sänkt TWI till 2,5 µg/kg kroppsvikt (EFSA, 2009).

2.4. Risk för höga kadmiumhalter i grödor odlade inom Jämtlands län

2.4.1. Tidigare utförda undersökningar av kadmium i grödor

Resultaten från dessa studier påvisar högre halter av vissa tungmetaller i matjord och alv i Storsjöbygden i Jämtlands län. Av dessa tungmetaller rör det sig framförallt om kadmium, zink, selen, mangan, kvicksilver, koppar, bly, arsenik och bor. Provtagningspunkterna över landet är dock fördelade i förhållande till odlingsareal, vilket har medfört att resultatet för Jämtlands län baseras på relativt få punkter jämfört med andra delar av Sverige.

Livsmedelsverket utför regelbundet stickprov av flera grödor på den svenska livsmedelsmarknaden. Inga av dessa undersökningar som har utförts har påvisat några kadmiumhalter som överskridit några gränsvärden. I en rikstäckande undersökning med avseende på kadmium i potatis ingick ett prov från Jämtlands län. Detta prov påvisade inga förhöjda halter.

2.4.2. Jordbruk i Jämtlands län

Jordbruksarealen i Jämtlands län år 2008 utgjorde cirka 0,8 % av länets yta, vilket motsvarar 1,6 % av åkerarealen i Sverige (Jordbruksverket, 2008). Jordbrukslandskapet återfinns i första hand i Storsjöbygden, längs älvar, utmed sjöar och på högre höjd i skogslandskapen (Länsstyrelsen i Jämtlands län, 2003). Jordbruket i länet är huvudsakligen inriktat på kött- och mejeriprodukter och andelen vall i åkerarealen utgjorde år 2008 drygt 85 % (Jordbruksverket, 2008). År 2008 odlades spannmål på 6 % av åkerarealen i länet och de spannmål som odlades utgjordes av vårvete, råg, höstkorn, vårkorn, havre och blandsäd. Av dessa spannmål var vårkorn dominerande och utgjorde 90 % av den totala arealen för spannmål. Potatisarealen i länet utgjorde 0,4 % av länets åkerareal. Nationellt utgjorde åkermarksarealen för spannmålsodling 0,23 % av landets totala areal år 2008 och motsvarande siffra för matpotatis var 0,86 %. Omfattningen av länets bär- och grönsaksodlingar är begränsad och det finns inget register i länet över aktiva odlingar. Uppgifter finns från 2003 att bärodlingarna i länet huvudsakligen omfattade jordgubbar och svartvinbär och att grönsaksodlingarna omfattade tomat, gurka, morötter samt vitkål (Länsstyrelsen i Jämtlands län, 2003).

Generellt i landet har tillförseln av kadmium via handelsgödsel minskat drastiskt sedan toppnoteringarna på 50-, 60- och 70-talen (SCB m.fl., 2007). Då uppgick kadmiumhalten i handelsgödseln 150 mg per kg fosfor (SCB m.fl., 2007). År 2005 var den motsvarande genomsnittliga kadmiumhalten i handelsgödsel 5 mg per ton fosfor. Användningen av mineralgödsel i länet är lägre än genomsnittet för riket (SCB, 2009). År 2007 utgjorde andelen ekologisk odling av matpotatis i länet 20,4 % av den totala arealen (Jordbruksverket, 2007). Detta kan jämföras med ett genomsnitt på 4,3 % för hela landet.

Återanvändning av slam kan öka risken för tillförsel av tungmetaller till åkermarken. Avloppsslam får inte spridas på åkermark om slammet innehåller mer än 2 mg kadmium per kg ts eller om kadmiumhalten i marken överskrider 0,4 mg/kg (SNFS, 1998). Då återanvändningen av slam i länet är mycket begränsad finns inga statistiska uppgifter på användning i länet (SCB, 2006).

Spannmålsproduktionen i länet är begränsad och de spannmål som odlas för kommersiellt bruk är vårkorn, höstkorn, havre, rågvete samt blandsäd. Den nationella undersökningen gällande tillståndet i svensk åkermark och gröda (Eriksson m.fl., 2000) har omfattat grödorna höstvetete, korn och havre. Morötter och sallad kan innehålla högre halter av kadmium men odlingen av dessa grödor sker nästan uteslutande för husbehov. Då spannmål och grönsaker nationellt sett odlas i begränsad omfattning i länet är det framförallt den lokalt konsumerade potatisen som är intressant för provtagning.

2.4.3. Berggrundsgeologi i Jämtlands län

Berggrunden i Jämtlands län utgörs till stora delar av fjällkedjan som huvudsakligen utgörs av granit och porfyr (Bygdén m.fl., 1997). I de centrala delarna av länet ligger den kalkrika kambrosiluren som österut går över i till graniter och ådergnejsiga sediment. Berggrunden i länet utgörs också av ett antal skiffrar, däribland alunskiffer. Alunskiffern sträcker sig i nordöstlig riktning genom länet (se figur 1).



Figur 1. Alunskifferns utbredning i Jämtlands län (Copyright Lantmäteriverket 2009. Ur GSD 106-2008/188 Z).

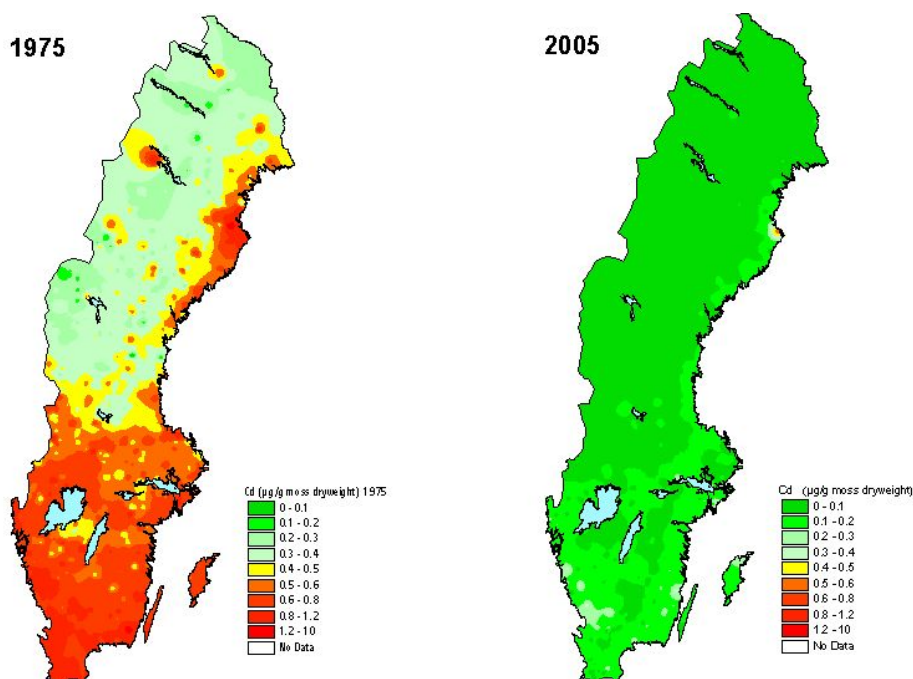
Skiffern bildades i grunda hav och den höga organiska halten uppstod genom sedimentation av döda växter och djur. Alunskifferns höga metallhalter beror på att lösta metaller i omgivande vatten bands till skiffern genom bland annat jonbyte och adsorption. Alunskiffern kan bland annat innehålla och frigöra metaller såsom arsenik, kadmium, koppar, molybden, nickel, uran och zink (Falk m.fl., 2006).

Alunskifferns utbredning i länet omfattar bland annat Storsjöbygden, där flera av länets potatisodlingar finns lokaliserade.

2.4.4. Atmosfäriskt nedfall

Enligt undersökningar av kadmiumhalter i mossa utförda av IVL Svenska Miljöinstitutet AB och Naturvårdsverket har det atmosfäriska nedfallet över landet minskat sedan mätningarna

påbörjades år 1975. Nedfallet har påvisat lägre halter i norra Sverige jämfört med de södra delarna av landet. Nedfallet över Jämtlands län är och har varit begränsat (Figur 2). Det har därmed av allt att döma en mycket liten inverkan på halterna av kadmium i länets åkermark och grödor.



Figur 2. Luftnedfall med avseende på kadmium över landet år 1975 och år 2005 (IVL m.fl., 2009)

3. Metod

3.1. Val av gröda för kadmiumprovtagning

Gröda aktuell för provtagning i denna studie är potatis. Detta på grund av att det finns ett flertal kommersiella potatisodlare i länet samt att odlingarna i länet är geografiskt väl fördelade. Potatis från länet har inte heller i tillräcklig omfattning ingått i tidigare studier gällande kadmium i livsmedel.

3.2. Val av provtagningsmedia och analysparametrar

Provtagningen har, i enlighet med den tidigare nationella åkermarkskarteringen, omfattat potatis, matjord och alv. Genom provtagning av matjord kan den yttre påverkan på kadmiumhalten i åkerjorden utvärderas medan alven kan påvisa modermaterialets bidrag av kadmium.

I Naturvårdsverkets mätprogram vad gäller jordbruksmark och gröda (Naturvårdsverket, 2005) omfattas grödproverna av variabler relaterade till upptag av växtnäringämnen och potentiellt skadliga ämnen. Dessa variabler utgörs av kalcium, magnesium, kalium, fosfor, mangan, zink, koppar samt kadmium som tillsammans ger en bra bild av potatiskvalitén.

Vid val av ytterligare parametrar för denna studie har det även tagits hänsyn till de parametrar som uppmätts i högre halter i SLU:s åkermarkskartering samt i det av Stockholms Universitet utförda växtförsök på bland annat potatis odlad på alunskifferjord. SLU:s undersökning av åkermark har påvisat höga halter av arsenik, kadmium, kvicksilver, mangan, selen, zink, koppar och bly i Jämtlands län. Växtförsöket påvisade att potatis odlad på alunskiffer- och rödfyrjordar möjligen skulle kunna nå nivåer av kadmium och arsenik så att det tolerabla dagliga intaget överskrids (Greger, 2005). En gemensam nämnare för dessa två undersökningar är förutom kadmium även arsenik. Till de mätparametrar som ingår i Naturvårdsverkets mätprogram har därför arsenik lagts till. Flera av ovannämnda metaller binder hårt i marken och tas därför inte upp av växterna i någon större omfattning. Flera av metallerna har dock hög giftighet, däribland kvicksilver och bly. Av dessa två tungmetaller har bly lagts till bland de parametrar som analyserats i denna studie.

Föreslagna parametrar av högre prioritet i Naturvårdsverkets mätprogram (Naturvårdsverket, 2005) utgörs av bland annat totalt organiskt kol, pH, kalcium, magnesium, kalium, natrium, zink, koppar, kadmium och bly. De provtagningsmedium samt analysparametrar som har ingått i denna studie presenteras i tabell 2.

Tabell 2. Aktuella provtagningsmedier samt analysparametrar

Provtagningsmedium	Analysparametrar
Potatis	As, Cd, Cu, Mn, Zn, Se och Pb
Matjord	pH, TOC, As, Cd, Cu, Mn, Zn, Se och Pb
Alv	pH, TOC, As, Cd, Cu, Mn, Zn, Se och Pb

3.3. Val av laboratorium

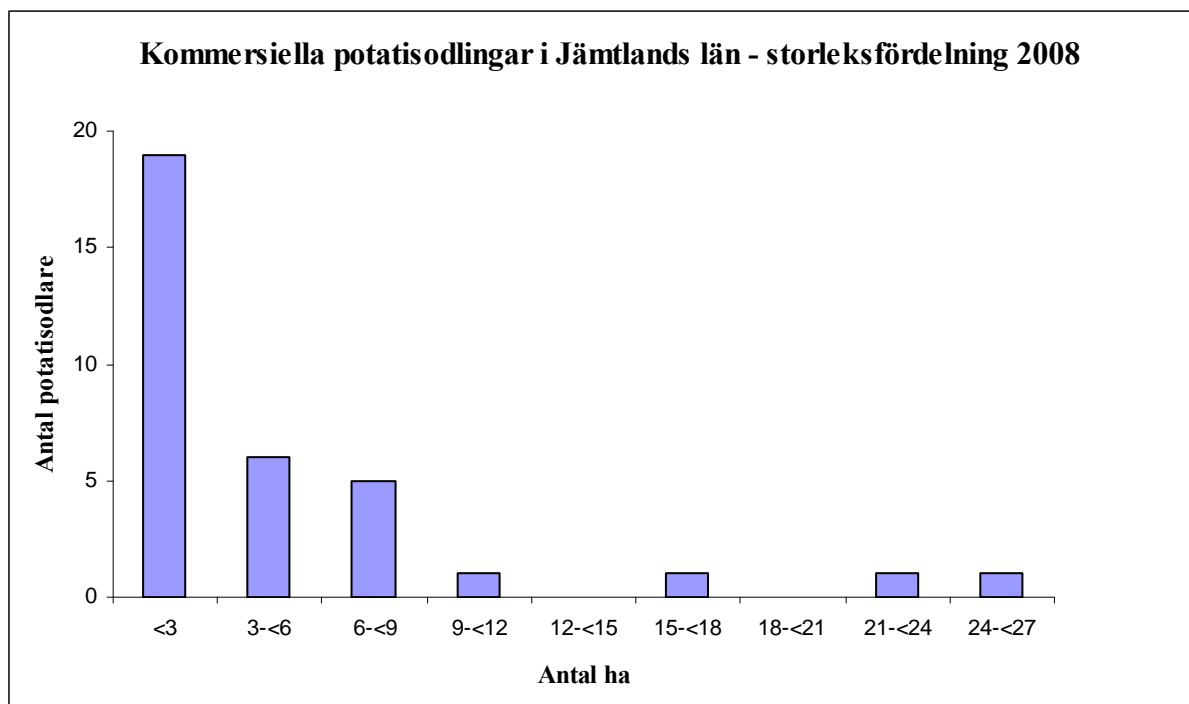
Analyser i tidigare utförda nationella och regionala studier med avseende på kadmium i mark och potatis har bland annat utförts av Sveriges Lantbruksuniversitet i Uppsala, Institutionen för Mark och miljö. För att i denna studie kunna erhålla jämförbara analysresultat med

tidigare motsvarande undersökningar samt på grund av en kostnadseffektiv provberedning, skickades proverna till SLU för analys. SLU har tidigare genomfört kadmiumanalyser av potatis och jord för Livsmedelsverket och Naturvårdsverket.

3.4. Val av potatisodlare

3.4.1. Potatisodlare i länet

Potatisodlingen i länet är nationellt sett av mindre omfattning och består av förhållandevis små enheter. Utifrån uppgifter från Jordbruksverket och Länsstyrelsens register över bidragssökande framgår att det år 2008 fanns 34 kommersiella potatisodlare i länet. Av dessa odlare uppgår medelvärdet på åkermarksarealen per odlare till 3,5 ha. Merparten av länets kommersiella potatisodlare har en areal som understiger tre hektar och några få odlare står därför för den större delen av den producerade volymen potatis i länet. Storleksfördelningen bland länets odlare åskådliggörs i figur 3.



Figur 3. Storleksfördelningen av potatisåkerarealen bland länets potatisodlare.

Då antalet små potatisodlingar är många och lokaliserade i de delar av länet där större odlare också finns representerade, har provtagningen i denna studie inriktats på att omfatta odlare med en areal motsvarande 2 ha eller mer. Provtagning har därmed utförts hos 15 av länets kommersiella odlare och den totala åkerarealen för odlad matpotatis som ingår i denna studie motsvarar 75 % av den totala arealen för potatisodling i länet. Odling av utsädespotatis ingår inte i den totala arealen.

Av de totalt 34 odlarna som finns registrerade för kommersiell odling driver 14 av dem ekologisk odling. Av de 15 odlare som ingår i studien representeras ekologisk odling av fyra av dessa.

3.4.2. Val av potatissorter för provtagning

Då olika potatissorter har olika förmåga att ta upp kadmium (Olsson, 1999), valdes så få potatissorter som möjligt att ingå i studien för att möjliggöra jämförelse mellan odlarna. Den

potatissort som odlas av flest odlare i länet är Sava, vilken återfinns hos totalt 18 av 34 odlare. Därefter kommer King Edvard som 13 av odlarna odlar. De flesta odlare har flera potatissorter. Fördelning av potatissort och antal odlare åskådliggörs i tabell 3. Bland de 15 odlare som ingår i studien har potatissorterna Sava, King Edvard, Matilda och Hertha ingått.

Tabell 3. Fördelning av odlade höst- och vinterpotatissorter hos länets potatisodlare.

Potatissort	Antal odlare
Sava	18
King Edvard	13
Satina	6
Mandel	6
Folva	6
Maritema	5
Hertha	4
Asterix	4
Suberb	3
Fontane	2
Matilda	2
Melody	2
Ditta	2
Fakse	1
Sparrispotatis	1
Bintje	1

3.5. Val av provtagningspunkter

Antalet provtagningspunkter har bedömts utifrån arealen av den potatissort som valts ut för provtagning hos respektive potatisodlare. Uppgifterna har erhållits från respektive odlare. För varje hektar odlad potatis av aktuell potatissort togs ett samlingsprov av respektive potatis, matjord och alv.

Vid val av provtagningspunkter hos varje enskild odlare har en subjektiv bedömning kring representativa provtagningspunkter gjorts tillsammans med odlarna. Vid bedömning av provtagningspunkt har det tagits hänsyn till följande faktorer:

- Mineralogi
- Lerhalt
- Halt organiskt material
- Gödslingshistorik
- Växtföljd
- Djup till grundvattenytan
- Djup till berggrund
- Avstånd till kraftledningar

3.6. Provtagningsmetodik

Provtagning av potatis och jord har utförts under september månad 2008, under perioden mellan blastdödning och skörd.

Varje provtagningspunkt utgjordes av två längdmeter av en rad. Dessa två längdmeter har tagits minst 10 meter från åkerkanten. De två längdmetrarna mättes upp med måttband.

Från varje rad valdes tio potatisar ut i storleken 38-65 mm. Matjordsprov, vilket representeras av åkermarkens översta 20 centimetrar, togs i 12 punkter med hjälp av en markkarteringsborr längs med de två längdmetrarna. Alla dessa prover blandades i en hink för samlingsprov. Samlingsprovet fördes sedan över i plastpåsar.

Alvprov, 40-60 cm, togs i 10 punkter som sedan slogs ihop till ett samlingsprov. Optisk granskning tillämpades för att skilja matjord och alv. Alvproven togs med en EJH-borr. En EJH-borr påminner om en ultunaborr men är anpassad för grövre jordar. Även samlingsprovet för alven fördes över till plastpåsar.

3.7. Logistik och kvalitetskontroll i samband med provtagning

Mellan provtagningsstillfällena hos olika odlare har all fältutrustning rengjorts med rödsprit samt desinfektionsmedel och sedan sköljts med rikliga mängder vatten. Detta för att minimera risken för spridning av olika potatissjukdomar mellan odlingar. De fältoveraller som har använts vid provtagning har tvättats mellan besöken. Skoskydd har använts men trots detta har fältstövlarna skrubbats, desinficerats samt sköljts av med rikliga mängder vatten. Övrig provtagningsutrustning i form av hinkar, måttband, skjutmått och andra plastredskap har desinficerats samt sköljts av med rikliga mängder vatten mellan fältbesöken.

Mellan provtagningspunkterna hos en odlare har utrustningen rengjorts mekaniskt genom att torka och skölja av med vatten. Anteckningar i samband med fältbesök och provtagning fördes i fältprotokoll. Varje provtagningsstillfälle dokumenterades med foton.

Proverna förvarades i kylskåp 1-2 dagar innan transport till SLU. Jordproverna förvarades i dubbla plastpåsar och potatisarna i nätsäckar. Proverna skickades sedan med företagspost till SLU i Uppsala.

3.8. Provberedning och analys av växt- och jordprover

Laboratoriet på Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för Mark och Miljö, följer Svensk Standard SS 02 83 11.

Jordproverna torkades i torkrum i 38°C tills de blev lagringsdugliga. De lufttorkade proverna siktades sedan genom en sikt med 2 mm maskvidd. Bestämning av torrsustanshalten skedde efter torkning i ugn över natten i 105°C. Upplösning av jordproverna skedde därefter i salpetersyra.

Potatisproverna vakuumtorkades under tre dygn i 26°C för att uppnå lagringsduglighet. Potatisarna rengjordes därefter för att vara fria från jordrester. Sedan skalades potatisen med platskniv. Bestämning av torrsustansen skedde efter torkning i ugn över natten. Upplösning av potatisproverna skedde i salpetersyra.

Vad gäller växtanalyserna har två stycken referensprover samt blankprover inkluderats efter varje extraktionsomgång. Motsvarande har utförts för jordanalyserna men den skillnaden att ett blankprov har ingått i varje extraktion.

4. Resultat

4.1. Växtanalyser

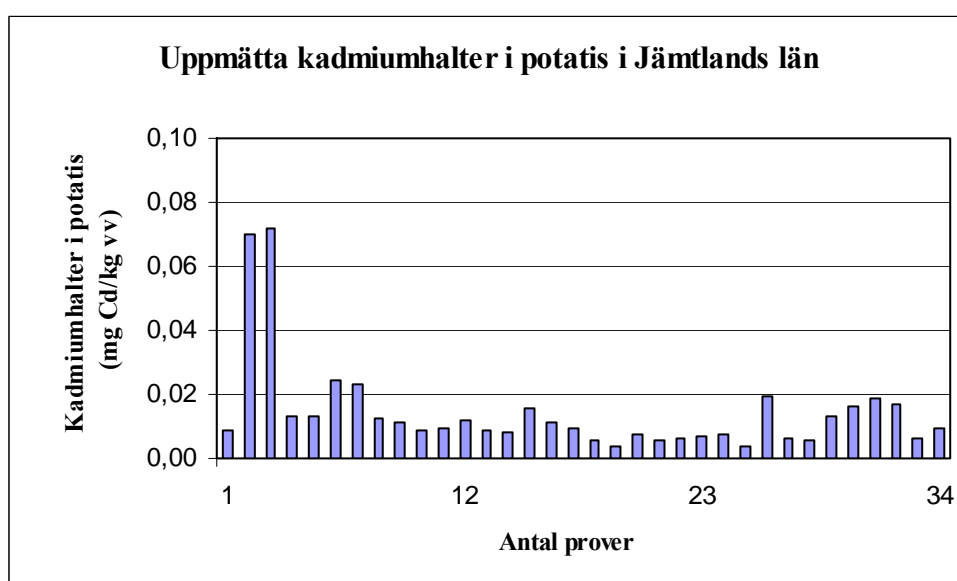
4.1.1. Kadmium

Medelhalten kadmium i kommersiellt odlad potatis i denna studie uppgår till 0,014 mg Cd/kg färskvikt, respektive 0,074 mg Cd/kg torrsvikt (tabell 4).

Tabell 4. Halter av kadmium i potatis (färskvikt och torrsvikt) i Jämtlands län.

Analys	Median	Medel	σ	min	max	Gränsvärde
Cd _{färskvikt}	0,009	0,014	0,015	0,003	0,072	0,1
Cd _{torrvikt}	0,050	0,074	0,079	0,016	0,379	0,5

Uppmätta maximumvärden överskrider inga gällande gränsvärden (figur 4).



Figur 4. Kadmium i potatis (våtvikt) från undersökta odlingar i Jämtlands län.

I tabell 5 kan uppmätta värden från denna studie med avseende på kadmium jämföras med tidigare undersökningar som har utförts i landet.

Tabell 5. Jämförelse av kadmium i potatis (våtvikt) med andra motsvarande studier i Sverige.

Studie	Median	Medel	σ	min	max	Referens
Jämtl. län	0,009	0,014	0,015	0,003	0,072	
Norrbottnen	0,009	0,011	0,006	0,002	0,024	Sandberg (2002)
Norrbottnen	0,010*	0,013*	0,007*	0,005*	0,039*	Öborn m.fl. (1993)
Blekinge	0,005*	0,007*	0,004*	0,001*	0,018*	Öborn m.fl. (1993)
Örebro	0,011*	0,013*	0,008*	0,003*	0,032*	Öborn m.fl. (1993)
Sverige	-	0,016	-	0,005	0,055	Fuchs m.fl. (1976)
Sverige	-	0,017	0,014	0,008	0,046	Jorhem m.fl. (1993)
Sverige	0,011	0,013	0,007	0,004	0,033	Jorhem m.fl. (2000)
Sverige	0,017	0,019	0,011	0,002	0,078	Nilsson (2000)
Sverige	0,008*	0,010*	0,006*	0,001*	0,028*	Petersson Grawé m.fl. (2001)

*torrsubstansen antogs vara 20 procent.

4.1.2. Arsenik, bly samt växtnäringsämnen

I tabell 6 framgår uppmätta värden av arsenik och bly i potatisproverna. Det fastställda gränsvärdet för bly i potatis enligt EU-kommissionen överskrids inte (Kommissionens förordning, 2008). Vad gäller arsenik finns det inget gränsvärde för potatis.

Tabell 6. Halter av arsenik och bly i potatis uttryckt i mg/kg färskvikt.

Analys	Median	Medel	σ	min	max	Gränsvärde
As	0,0002	0,0003	0,0003	0,0001	0,0008	-
Pb	0,0027	0,0031	0,0020	0,0010	0,0103	0,10

I tabell 7 presenteras uppmätta halter av växtnäringsämnen i potatisproverna.

Tabell 7. Halter av växtnäringsämnen i potatis uttryckt i mg/kg torrsvikt.

Analys	Median	Medel	σ	min	max	Medel, ref*
Ca	296	298	121	104	515	-
Cu	4,79	4,74	1,40	2,03	7,88	3,4
K	22000	22100	3290	15600	30000	-
Na	22,7	22,9	8,87	10,8	48,0	-
Mg	1140	1160	170	877	1620	-
Mn	7,36	10,9	9,91	6,15	51,1	7,4
Zn	13,1	13,8	3,67	8,07	22,9	11,5

*(Petersson Grawé m.fl., 2001)

4.2. Jordanalyser

I tabell 8 framgår resultaten av matjordsanalyserna. I kolumnen längst till höger kan jämförelse göras med det medelvärde som erhållits i nationella undersökningar (Eriksson m.fl., 2000).

Tabell 8. Analysvärden för undersökta parametrar i matjord i potatisodlingar i Jämtlands län. Längst till höger i tabellen anges medelvärden från nationella undersökningar (Eriksson m.fl., 2000)

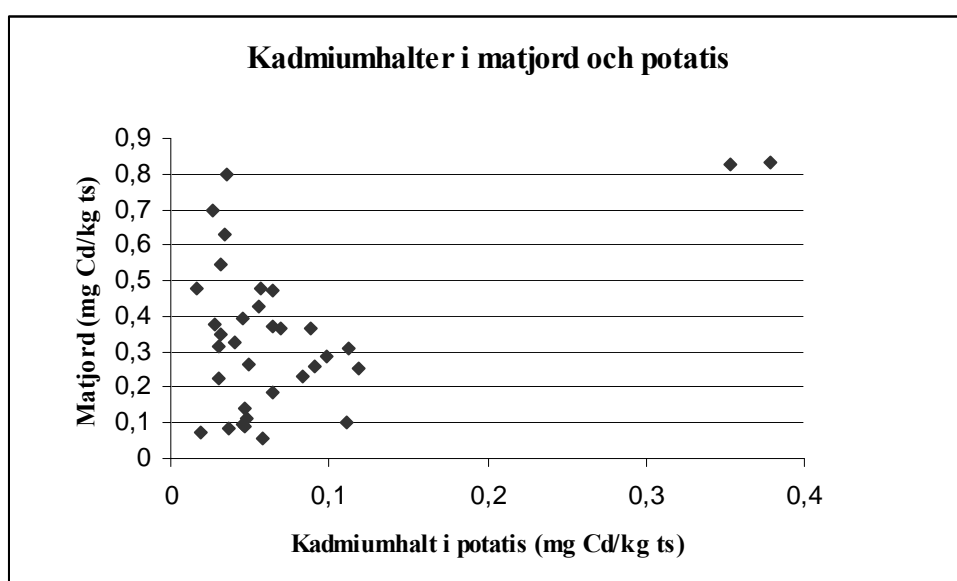
Analys	Median	Medel	σ	min	max	Medel, S*
Cd	0,321	0,347	0,219	0,0555	0,831	0,23
As	9,06	8,38	4,30	0,471	16,1	4,0
Pb	18,9	18,0	7,51	5,52	34,2	17,1
Ca	3270	3390	1630	1030	7120	-
Cu	23,6	22,8	10,7	5,54	46,8	14,6
K	1530	1580	756	358	3460	-
Na	55,3	60,1	27,2	23,7	165	-
Mg	5100	4430	1780	957	7110	-
Mn	1210	1110	615	200	3430	422
Zn	96,2	89,1	36,1	19,7	150	59

Tabell 9. Analysvärden med avseende på fysikaliska egenskaper.

Analys	Median	Medel	σ	min	max	Medel, S*
Org. C	2,76	2,74	0,890	1,20	4,58	-
pH	6,10	6,06	0,675	4,59	7,33	6,3

4.3. Samband mellan kadmium i potatis och jordparametrar

För att undersöka eventuella samband mellan kadmiumhalter och olika markfaktorer har en regressionsanalys genomförts. Något signifikant samband finns inte mellan kadmium i gröda och jord ($R^2=0,21$) (figur 5). På motsvarande sätt ger regressionsanalyserna vad gäller samband mellan kadmiumhalterna i potatis och pH respektive TOC i matjorden inga signifikanta samband.



Figur 5. Regressionsanalysen mellan kadmiumhalterna i matjord och potatis.

5. Diskussion

Denna studie visar att kadmiumhalterna i potatis odlad inom Jämtlands län ligger under gränsvärdet på 0,1 mg Cd/kg färskvikt. Bortsett från två värden ligger värdena med mycket god marginal under det gällande gränsvärdet. Med avseende på folkhälsan ur ett långsiktigt folkhälsoperspektiv bedöms därmed, utifrån uppmätta värden i denna studie, risken för en normalkonsument att äta potatis odlad inom länet som liten.

Studier har dock påvisat att vårt dagliga kadmiumintag är större än tidigare beräknat och att marginalen till de nivåer som ger upphov till skadliga effekter på vår hälsa är mycket liten. Med anledning av detta har EFSA, the European Food Safety Authority, under januari 2009 lagt fram ett nytt tolerabelt dagligt intag på 2,5 µg/kg kroppsvikt istället för 7 µg/kg kroppsvikt. Detta kan på sikt komma att innebära en sänkning av de gränsvärden som finns framtagna för olika livsmedel med avseende på kadmium. Då uppmätta kadmiumhalter i denna studie förutom på två värden ligger på mycket god marginal från gällande gränsvärde bedöms dock fortfarande risken för hälsopåverkan på normalkonsumenten som liten.

Bakgrunds- eller jämförvärden vad gäller kadmiumhalter i potatis inom länet saknas. I jämförelse med tidigare studier i landet så ligger maxvärdet från denna undersökning på en hög nivå. Medelvärde från denna undersökning skiljer sig dock inte mycket från de övriga i landet.

Det faktum att kadmiumhalterna i potatisen är så pass låga trots höga halter i matjorden kan delvis bero på att pH generellt är högre i länet jämfört med medelvärdet för landet samt att halten organiskt material är relativt hög. Dock påvisar inte denna studie några entydiga samband gällande detta vid regressionsanalys. Studier har påvisat att många faktorer spelar in när det gäller en specifik växts kadmiumupptag. Vid potatisprovtagning kan till exempel kadmiumupptaget variera mellan olika potatissorter. I denna undersökning har endast fyra potatissorter ingått. De två högsta kadmiumhalterna i denna studie härrör från en annan potatissort än övriga sorter som har ingått i studien. Denna potatissort har i tidigare studier av kadmium i potatis visat sig innehålla högre halter.

Medelhalten för kadmium i matjorden ligger på 0,347 mg/kg ts, vilket kan jämföras med gränsvärdet för användning av avloppsslam på 0,4 mg/kg ts. På flera av åkermarkerna i länet skulle därmed en begränsning vad gäller användningen av avloppsslam kunna vara aktuell. Fler prover bör dock tas för att dra slutsatser för en specifik åkermark.

Alvproverna har inte analyserats inom ramen för denna studie. De skulle kunna säga något om kadmiumhalterna i matjord och potatis har sitt ursprung från berggrunden eller via luftdeposition och gödsling. I denna studie bedömdes dock att dessa analyser inte var av intresse så länge kadmiumhalterna i potatis var låga.

Andra grödor i länet som skulle kunna vara aktuella för provtagning med avseende på kadmium är spannmål, morötter och sallad. Vad gäller spannmål är det framförallt höstvetete som har påvisats innehålla höga kadmiumhalter i landet och med tanke på en generellt hög konsumtion av vete i landet är det av stort intresse att kontrollera kadmiumhalterna. Odlingen av spannmål i länet omfattar dock bara vår- och höstkorn, blandsäd, havre och rågvete. Vad gäller morötter och sallad är produktionen i länet mycket begränsad och hänvisas huvudsakligen till husbehovsodling. Utifrån nationella undersökningar har stora variationer vad gäller kadmiumhalter i morötter påvisats (Jansson, 1994). Odlingsenheterna för morötter

och sallad är små i länet, varför undersökningar med avseende på dessa grödor bedöms vara lågprioriterade. På grund av högre kadmiumhalter i länets åkermark skulle dock provtagningar med avseende på kadmium i blod och urin bland länets invånare kunna vara aktuella. En sådan provtagning skulle kunna ge en tydligare bild av den totala kadmiumbelastningen.

Vall odlas på den allra största delen av åkermarken i länet. Studier påvisar dock att kadmium endast till begränsad del förs över till kött och mjölk. Däremot skulle kadmiumhalterna i inälvsmat från djur uppfödda inom länet kunna uppnå högre nivåer.

Vad gäller skillnaden i kadmiumhalter mellan ekologisk och konventionell odling är denna förstudie för liten och påverkansfaktorerna för många för att några slutsatser ska kunna dras.

6. Slutsatser

I denna förstudie har 34 potatis- samt matjordsprover från totalt 15 odlare analyserats. Kadmiumhalten i potatisen varierade mellan 0,003 mg/kg och 0,072 mg/kg. Medelhalten för samtliga analyser uppgick till 0,014 mg/kg färskvikt. De potatissorter som ingått i undersökningen var Sava, King Edvard, Matilda och Maritema. Baserat på uppmätta värden i denna studie finns det inga risker ur ett långsiktigt folkhälsoperspektiv att för en normalkonsument äta potatis odlad inom länet.

Tidigare uppmätta halter av tungmetaller i matjorden inom länet har varit höga. Resultaten från matjordsanalyserna påvisar även i denna studie halter över det nationella genomsnittet. Dock har det inte uppmätts lika höga halter som i den nationella karteringen av kadmium i åkermark och gröda.

Andra grödor i länet som skulle kunna innehålla förhöjda halter av kadmium är morötter och sallad. Odlingen av dessa grödor i länet är dock begränsad och utgörs huvudsakligen av husbehovsodling. Fortsatta studier vad gäller i kadmium i grödor inom länet bedöms därmed som lågprioriterade.

Referenser

Alloway, B., Jackson, A. & Morgan, H (1990). The accumulation of cadmium by vegetables grown on soils contaminated from a variety of sources. *The Science of The Total Environment* 91 (1990) 223-236.

Almås, Å. R. & Singh, B. R (2001). Heavy metals in the environment. *Journal of Environmental Quality* 30 (May –June 2001).

Asp, H. & Stolt, P (2002). Variation i kadmiumackumulering hos olika vetegenotyper i relation till halten kadmium i mark och marklösning, under två odlingsår i Skåne. Slutrapport för SSJ och SL-stiftelse projekt. Institutionen för växtvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Asp, H. (1999). Vegetabilier största kadmiumkällan i kosten. *Fakta Trädgård*. Nr 6, 1999. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Bergbäck, B., Anderberg, S. & Lohm, U (1994). Accumulated environmental impact: the case of cadmium in Sweden. *The Science of Total Environment* 145 (1994) 13-28.

Bygdén, S. & Nehrer, J (1997) Geokemi; en sammanställning över Jämtlands län. Rapport nr 97:4. Länsstyrelsen i Jämtlands län.

Eriksson, J., Andersson, A. & Andersson, R (1997). Tillståndet i svensk åkermark. Naturvårdsverkets rapport, 4778.

Eriksson, J., Stenberg, B., Andersson, A & Andersson, R (2000). Tillståndet i svensk åkermark och spannmålsgröda – jordartens betydelse för markegenskaperna, samband markfaktorer och elementhalter i kärna. Naturvårdsverket, rapport 5062.

EFSA (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.

Falk, H., Lavergren, U. & Bergbäck, B (2006). Metal mobility in alum shale from Öland, Sweden. *Journal of Geochemical Exploration* 90 (2006) 157–165.

Fuchs, G., Haegglund, J. & Jorhem, L (1976). Förekomst av bly, kadmium och zink i vegetabilier. *Vår föda* 6-7, 160-167.

Grant, C., Clarke, J., Duguid, S. & Chaney, R (2008). Selection and breeding of plant cultivars to minimize cadmium accumulation. *Science of the total environment* 390 (2008) 301-310.

Greger, M (2005). Metallupptag i växter odlade i rödfyr- och alunskifferjordar. Botaniska institutionen, Stockholms Universitet.

IVL & Naturvårdsverket (2009). Kartor över kadmium i mossor. IVL Svenska Miljöinstitutet AB och Naturvårdsverket inom ramen för samordnad svensk miljöövervakning.

Jansson, G (1994). Kadmium i mark och morötter. Institutionen för Markvetenskap, SLU. Uppsala. ISSN: 1102-1381.

Jorhem, L. & Sundström, B (1993). Levels of lead, cadmium, zinc, copper, nickel, chromium, manganese, cobalt in foods of the Swedish market, 1980-1993. *Journal of Food Composition and Analysis* 6, 223-241.

Jorhem, L. & Slanina, P (2000). Does organic farming reduce the content of Cd and certain other trace metals in plant foods? A pilot study. *Journal Science of Food Agriculture* 80 (2000) 43-48.

Kommissionens förordning (2008). Commissions Regulation (EC) No 629/2008, amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal of the European Union*.

Li, P., Wang, X., Zhang, T., Zhou, D. & He, Y (2008). Effects of several amendments on rice growth and uptake of copper and cadmium from a contaminated soil. *Journal of Environmental Sciences* 20(2008) 449–455.

Länsstyrelsen i Jämtlands län (2003). Sektorbeskrivning av jordbruket i Jämtlands län. Otryckt publikation. Östersund, 2003-05-28.

Länsstyrelsen i Jämtlands län (2006). Regionala Miljömål – gemensamma miljöambitioner för Jämtlands Län. Tabergs Tryckeri, Taberg. ISBN: 978-91-85123-07-0.

McBride, M. B (1994). *Environmental Chemistry of Soils*. Oxford University Press. New York. ISBN: 0-19-507011-9.

McLaughlin, M. J., Parker, D. R. & Clarke, J. M (1999). Metals and micronutrients – food safety issues. *Field Crops Research*, Volume 60, Issues 1-2, 1 January 1999, Pages 143-163.

Naturvårdsverket (2005). Miljöövervakningsmetod: Jordbruksmark och gröda, yttäckande.Handledning för miljöövervakning. Version 1:3:2005-10-03.

Naturvårdsverket (2007). Institutet för Miljömedicin, Karolinska Institutet. Hälsorelaterad Miljöövervakning (HÄMI)- en utvärdering av programrådet. Rapport 5691.

Nilsson, I (2000). Kadmiumanalyser 2000. Hushållningssällskapet.

Olsson, K (1999). Kadmium i potatis. *Växtpressen* (28) 3:1999.

Petersson Grawé, K., Öborn, I. & Gustafsson, K. (2001). Kadmium och andra spårelement I matpotatis odlad i Sverige – ett utvecklingsprojekt inom miljöövervakningen. Stockholm, Naturvårdsverket.

Sandberg, R (2002). Kadmiumförekomst i potatis odlad i Norrbottens län - en studie av kadmiumhalt i potatis och dess variation med andra faktorer. Institutionen för Markvetenskap, SLU. Uppsala. ISSN 1102-1381.

SCB (2006). Sveriges officiella statistik. Statistiska meddelanden. Utsläpp till vatten och slamproduktion 2006. MI22SM0801.

SCB, Jordbruksverket, Naturvårdsverket & LRF. (2007). Hållbarhet i svenskt jordbruk 2007. SCB-tryck, Örebro. ISBN: 978-91-618-1368-1.

SCB (2009). Statistisk årsbok 2009. Miljö och väder. Jordbrukets användning av kväve och fosfor från mineral- och stallgödsel 2007.

SNFS (1998). Statens Naturvårdsverks författningssamling, SNFS 1998:4. Statens naturvårdsverks föreskrifter om ändring i kungörelsen (SNFS 1994:2) med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket. ISSN 0347-5301.

Vieira da Cunha, K. P., Nascimento C.W.A., Mendoc, R. M. & Ferreira, C.P (2008). Cellular localization of cadmium and structural changes in maize plants grown on a cadmium contaminated soil with and without liming. Journal of Hazardous Materials 160 (2008) 228–234.

Yang, Y., Zhang, F., & Li, H. J. R (2009). Accumulation of cadmium in the edible parts of six vegetable species grown in cd-contaminated soils. Journal of Environmental Management 90 (2009) 1117-1122.

Åkesson, A (2000). Cadmium exposure and iron status. Stockholm, Karolinska institutet. Akademisk avhandling.

Öborn, I. & Andersson, A (1993). Försurad mark; upptagning av Al, tungmetaller och Se i vårmete och potatis. Lägesrapport från en förstudie 92/93. Uppsala, Institutionen för Mark och Miljö. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Digitala källor

IMM (2006). Kadmium.

<http://ki.se/ki/jsp/polopoly.jsp?d=11353&a=5726&cid=11357&l=sv>
2009-02-13

Jordbruksverket. (2008). Verksamhetsområden.

<http://www.sjv.se/omjordbruksverket/verksamhetsomraden.4.7502f61001ea08a0c7fff122636.html>
2008-12-29

Livsmedelsverket (2008). Kadmium.

http://www.slv.se/templates/SLV_Page.aspx?id=11524&epslanguage=SV
2009-02-13

Socialstyrelsen (2005). Folkhälsorapport 2005. ISBN: 91-7201-940-9.

<http://www.socialstyrelsen.se/NR/rdonlyres/A4E29A85-97A6-46C9-8347-9E792285735C/3026/20051111.pdf>
2008-12-30

Sveriges miljömål (2008). Giftfri Miljö.

http://www.miljomal.nu/om_miljomalen/miljomalen/mal4.php
2008-12-29