

Polycykliska aromatiska kolväten (PAH) i frukt från Rävgården, Svanskog, Säffle kommun

- En miljömedicinsk bedömning

Maria Klasson
Yrkes- och miljöhygieniker

Ann-Christine Mannerling
Yrkes- och miljöhygieniker

Linnea Alvinzi
ST-läkare

Arbets- och miljömedicin

Arbets- och miljömedicin är ett samarbete mellan regionerna i Örebro, Sörmland, Värmland och Västmanland. Vi finns vid Universitetssjukhuset Örebro men vårt uppdrag är att arbeta för en god hälsa i en bra miljö i alla fyra län.

Besöksadress

Universitetssjukhuset Örebro
Entré F, våning 2

Postadress

Arbets- och miljömedicin
Universitetssjukhuset Örebro
701 85 Örebro

Telefon

019-602 24 69

Webbplats

www.regionorebrolan.se/amm

Citera oss gärna, men vänligen ange källan.

Innehållsförteckning

Bakgrund	4
Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)	4
Exponering och upptag	4
Gräns- och riktvärden	5
Metod	6
Resultat.....	7
Riskvärdering.....	8
Diskussion	9
Referenser.....	11

Bakgrund

Arbets- och miljömedicin kontaktades av Carl-Henrik Johansson som är fastighetsstrateg i Säffle kommun januari 2023 angående eventuella hälsorisker relaterade till förhöjda halter av polycykliska aromatiska kolväten (PAH) i frukt från området Rävgården, Svanskog, i Säffle kommun. På området har man mellan år 1929 och 1970 bedrivit en pälsdjursfarm med rävar och minkar. Idag består det aktuella området av villabostäder och skogsmark. Miljötekniska undersökningar har genomförts av Ensucan AB under oktober och november 2022 [1]. Prover för frukt är från två platser inom området och ett av proven påvisade förhöjda halter av PAH.

Syftet med denna miljömedicinska utredning är att bedöma om det finns risk för människors hälsa att konsumera frukter från området. Arbets- och miljömedicin har tidigare utfört en riskbedömning avseende förorenad mark på området Rävgården, Svanskog. Resultatet visade att föroreningarna kan ge en betydande exponering för både barn och vuxna och att halterna bör reduceras.

Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

Polycykliska aromatiska kolväten (PAH) är ett samlingsnamn för ämnen som består av aromatiska ringar av kol och väte. PAH bildas när organiska material hettas upp eller vid ofullständig förbränning. Alla människor exponeras för PAH i luften från utsläpp från trafik, vedeldning, lokala industrier samt från mat. Exponering sker även från tobaksrök och i vissa arbetsmiljöer. Storleken på PAH-molekylerna varierar och molekylvikten styr många av egenskaperna. De flesta är långlivade, bioackumulerande och cancerframkallande. PAH-föreningarna delas in i olika delgrupper beroende på molekylvikt där PAH-L har låg, PAH-M medelhög och PAH-H hög molekylvikt. International Agency for Research on Cancer (IARC) klassificerar bens(a)pyren (BaP) som humancarcinogen (grupp 1) och många andra PAH anses också ha cancerframkallande effekt [2]. Det finns ingen tröskeldos och risken för cancer är relaterad till föroreningshalter även vid låga halter. I riskbedömningar kan begreppet PAH-4 eller PAH-8 användas, som innefattar de PAH med högst molekylvikt, och som också klassas som de mest hälsofarliga.

Exponering och upptag

Luftföroreningar och mat är de vanligaste källorna till exponering för PAH för de flesta människor [3]. Vid användning av förorenad mark till exempel för boende, förskola, odling av livsmedel och rekreation kan människor exponeras för ett onödigt extra tillskott av PAH. En förhöjd hälsorisk beror framförallt på om man har en långvarig exponering för förorenad föda [3]. Enligt Livsmedelsverket är medelintaget av bens(a)pyren (BaP), vilken tillhör gruppen PAH-H, 30 ng/person och dag [3]. Enstaka intag av förorenade växter med PAH-halter som vanligtvis förekommer i växter från förorenade områden orsakar inte förgiftning och är inte akuttoxiskt [3].

Vanligtvis innehåller färska grönsaker och frukter låga halter av PAH (Paris et al 2018). Förorening av frukt och grönsaker kan ske under transport och under bearbetning vid torkning, rökning med mera samt i de fall odling har skett i områden med höga luftföroreningshalter såsom intill vägar eller på förorenad mark [4]. Typ av växt har större betydelse för upptaget, än halt i mark och luft [5]. Studier har visat att det totala PAH-innehållet är högre i rotgrönsaker än i fruktgrönsaker. Skalet innehåller också högre halter än innanmätet [6, 7]. Det har också visat sig att bladgrönsaker innehåller högre halter, troligtvis på grund av att den stora ytan tar upp mycket föroreningar från luften [8]. Sköljning och skalning av växter, inklusive frukter, kan ge lägre halter, upp till 50 procent. Även tillagning i form av kokning kan minska halterna [9]. Studier har visat att frukt och grönsaker innehåller högre halter av de PAH i gruppen med låg molekylvikt [10].

Gräns- och riktvärden

Det finns olika sorters gräns- och riktvärden. Vissa värden är kopplade till halter i mat eller vatten medan andra är mer kopplade till vilka halter som ska vara ofarliga att få i sig. För PAH-M och PAH-H som är cancerframkallande används riskbaserade toxikologiska modeller där risken anger en ökad risk att drabbas av cancer vid en livslång exponering.

Gränsvärden för några PAH i kommersiella livsmedel finns i Kommissionens förordning (EU) nr 835/2011 av den 19 augusti 2011 och ändring av förordning (EG) nr 1881/2006. Dessa gäller enbart för saluförda produkter och är därför inte direkt tillämplbara på hemodlade produkter eller produkter plockade från naturen. Gränsvärden saknas dock för frukt och bär.

Metod

Personer som vistas och bor på förorenade markområden riskerar att få i sig föroreningar via bland annat de växter som förekommer där. För att bedöma risken med konsumtion av frukt från det aktuella området har beräkningar genomförts avseende ökad livslång cancerrisk för exponering via kosten enligt en modell som föreslås av United States Environmental Protection Agency (USEPA), den så kallade Incremental Lifetime Cancer Risk (ILCR) som ofta används i riskbedömningar [11]. I modellen värderas bland annat enskilda PAH efter uppmätt halt och grad av toxicitet och cancerogenitet. Modellen anger risken för extra cancerfall för exponerade individer under en livstid (70 år). Ett ILCR-värde över 10^{-4} indikerar en hög cancerrisk, mellan 10^{-4} till 10^{-6} en potentiell hälsorisk och under 10^{-6} indikerar en acceptabel risknivå [12].

Beräkningarna har gjorts indelat på PAH-4 och PAH-8 på grund av att det är de PAH som anses vara de mest skadliga för hälsan. PAH-4 innefattar benso(a)antracen, krysen, benso(b)fluoranten och benso(a)pyren. PAH-8 innefattar benso(a)antracen, krysen, benso(b)fluoranten, benso(a)pyren, benso(k)fluoranten, dibens(ah)antracen, benso(ghi)perylen och indeno(123cd)pyren. Även samtliga analyserade PAH (16) har ingått i beräkningarna.

Beräkning av oralt intag av PAH från växter har gjorts på uppmätta halter i de insamlade frukterna. I de fall där analysresultatet visade värden under rapporteringsgräns har det angivna värdet använts.

Livsmedelsverkets rekommendation för vuxna är att äta 500 gram frukt och grönt per dag och för barn är rekommendationen 400 gram per dag [13]. Denna bedömning har utgått från att 10 procent av den totala konsumtionen av frukt och grönt utgörs av hemodlade produkter [14].

ILCR-metoden används även i bedömningen av frukt från Rävgården för att möjliggöra jämförelse med andra studiers riskbedömningar på uppmätta halter PAH i olika grödor.

Resultat

Provtagningen av frukt genomfördes under oktober och november 2022 av Ensucon AB [1]. Laboratorieanalyser är gjorda av ALS Scandinavia AB. Äpple och björnbär har analyserats med avseende på PAH, se tabell 1 och 2. I tabellerna har resultatet delats upp i respektive delgrupper beroende på molekylvikt för utvärdering av hälsoeffekter. Förhöjda halter påvisades i björnbärsprovet av acenaftylen, (1,7 µg/kg), fentranten (11,0 µg/kg), fluoranten (3,90 µg/kg) och pyren (3,30 µg/kg). Övriga ämnen hade uppmätta halter under rapporteringsgränsen.

Tabell 1. Halter (µg/kg) av analyserade PAH-L, PAH-M och PAH-H i björnbär. Summan för PAH-4 och PAH-8 samt summan för alla analyserade PAH redovisas. Kursiv stil anger PAH-4. Värden under analyslaboratoriets rapporteringsgräns anges med *.

Björnbär (µg/kg)					
PAH-L		PAH-M		PAH-H	
naftalen	18*	fluoren	25*	<i>benso(a)antracen</i>	0,9*
acenaften	1,7*	fenantren	11,0	<i>krysen</i>	0,74*
acenaftylen	1,70	antracen	1,1*	<i>benso(b)fluoranten</i>	0,87*
		fluoranten	3,90	benso(k)fluoranten	0,9*
		pyren	3,30	<i>benso(a)pyren</i>	0,9*
				dibens(ah)antracen	0,84*
				benso(ghi)perylen	0,84*
				indeno(123cd)pyren	0,84*
Summa	21		44	Summa PAH-4	3,4
				Summa PAH-8	6,8
				Summa PAH-16	73

För äppelprovet låg alla halter under rapporteringsgränsen. Summan av PAH-8, dvs. de PAH med störst hälsopåverkan, uppgick till 6,8 µg/kg för björnbär och 5,5 µg/kg för äpple. Detta med antagandet att den högsta möjliga halten för exponering vid konsumtion skulle kunna vara den avgivna rapporteringshalten.

Tabell 2. Halter (µg/kg) av analyserade PAH-L, PAH-M och PAH-H i äpple. Summan för PAH-4 och PAH-8 samt summan för alla analyserade PAH redovisas. Kursiv stil anger PAH-4. Alla värden var under analyslaboratoriets rapporteringsgräns.

Äpple (µg/kg)					
PAH-L		PAH-M		PAH-H	
naftalen	18	fluoren	3,5	<i>benso(a)antracen</i>	0,71
acenaften	1,1	fenantren	4,4	<i>krysen</i>	0,71
acenaftylen	0,99	antracen	0,49	<i>benso(b)fluoranten</i>	0,86
		fluoranten	1,8	benso(k)fluoranten	0,84
		pyren	1,4	<i>benso(a)pyren</i>	0,74
				dibens(ah)antracen	0,37
				benso(ghi)perylen	0,57
				indeno(123cd)pyren	0,7
Summa	20		12	Summa PAH-4	3,0
				Summa PAH-8	5,5
				Summa PAH-16	37

Riskvärdering

För att bedöma en eventuell risk vid konsumtion av frukt från Rävgården har beräkningar genomförts på de uppmätta halterna i björnbär och äpple med avseende på en ökad risk för cancer under hela livet enligt ILCR-modellen. Ett ILCR-värde över 10^{-4} indikerar en hög cancerrisk, mellan 10^{-4} till 10^{-6} en potentiell hälsorisk och under 10^{-6} indikerar en acceptabel risknivå.

Beräkningarna visade på ett ILCR-värde på 10^{-5} för björnbär och 10^{-6} för äpple, vilket indikerar en potentiellt ökad risk att få cancer till följd av en livstids exponering för PAH-8 samt PAH-16. För PAH-4 visade beräkningarna för både björnbär och äpple en potentiellt ökad risk för cancer med ett ILCR-värde på 10^{-6} .

Vid jämförelse med riskbedömningar av konsumtion av växter i andra studier, se tabell 3, befinner sig halterna i frukt från Rävgården i samma storleksordning som växter i dessa studier. Studierna bedömer att det kan medföra en viss ökad risk för cancer vid konsumtion av de undersökta grödorna.

Tabell 3. Hälsoriskbedömning för intag av PAH i växter från andra studier med avseende ökad risk för cancer under hela livet enligt ILCR-metodiken.

Referens	Typ av PAH	Gröda	Halt ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Riskbedömning
Kacmaz et al., 2022	Summa PAH-4	Potatis (skal)	0,73	Acceptabel risknivå.
		Morot (skal)	0,43	
		Gurka	0,38	
		Blomkål	0,59	
		Broccoli	0,77	
Khalili et al., 2021	Summa PAH-8	Tomat	6,6	Potentiell ökad risk.
		Plommon	14,0	
		Äpple	3,5	
		Persika	5,6	
Al-Nasir et al., 2022	Summa PAH-16	Tomat	21,8	Potentiell ökad risk.
		Zucchini	10,6	
		Gurka	11,2	

Diskussion

I den tidigare genomförda riskbedömningen av Arbets- och miljömedicin bedömdes risken att vistas i området baserat på halter av zink, summa DDT, DDD och DDE samt PAH-M och PAH-H i yttlig jord. Beräkningar påvisade att föroreningarna kan ge en betydande exponering för både barn och vuxna och att halterna bör reduceras. I och med att det förekommer förhöjda halter av föroreningar i marken finns det risk att växter tar upp dessa ämnen.

I de två fruktproverna från Rävgården har PAH över laboratoriets rapporteringsgräns återfunnits i ett av proverna. I båda fruktproverna hade de flesta av de enskilda PAH-föreningarna dock värden under laboratoriets rapporteringsgräns. Summan av de föreningar som anses vara de som orsakar mest skada för hälsan uppgår trots det till en halt som kan orsaka en ökad risk vid konsumering under längre tid. Då endast två fruktprover har analyserats kan resultatet både under- och/eller överskatta halterna av PAH i dessa fruktsorter. För att få ett robust resultat krävs fler provtagningar.

Upptaget av PAH i växter skiljer sig åt mellan olika växtgrupper, vilket kan innebära att andra växter som odlas inom det aktuella området kan innehålla både högre och lägre halter av PAH. Växter med stor bladyta och som har ett vaxliknande ytskikt innehåller ofta högre halter PAH än andra växter. Man har även sett att medan skalerna på frukter och grönsaker innehåller PAH så kan innanmätet ha mycket låga halter. Sköljning har till viss del visat sig minska halter av PAH. Det beror på att växterna kan bli förorenade genom luftburet nedfall genom exempelvis damning.

Eftersom andra föroreningar identifierats inom området finns även en risk att föroreningar som t ex metaller har tagits upp i växter, frukt och bär, även om inte metaller över laboratoriets rapporteringsgräns uppmätts i de två aktuella fruktproverna.

En jämförelse med försäljningsgränsvärden för grödor är inte tillräckligt för värdering av risk vid konsumtion. Dessa gäller enbart för saluförda produkter och är därför inte direkt tillämpliga på hemodlade produkter eller produkter plockade från naturen. Bor och vistas man i ett förorenat område kan man exponeras av föroreningar via flera möjliga exponeringsvägar, och då kan konsumtion av till exempel växter odlade på ett förorenat område leda till ett onödigt extra dagligt intag. Även mycket låga halter av ett främmande ämne kan leda till ett alltför stort extra intag och en onödig exponering. Det är den sammanlagda exponeringen man bör ta hänsyn till.

Vid riskbedömningen uppskattas eventuella hälsorisker för människor att konsumera frukter från området. Barn och gravida (känsliga grupper) löper större risk för hälsopåverkan eftersom ämnen med cancerogen effekt bedöms som en livstidsrisk. Barn och foster är även speciellt känsliga då de är under utveckling. För ämnen som är klassade som cancerogena för människa kan även låga föroreningshalter orsaka påverkan och inga säkra halter av PAH kan anges. ILCR-värden är beräknade så att exponeringen från frukterna från Rävgården innebär

en potentiell ökad risk för cancer för PAH-4, PAH-8 samt PAH-16. Även andra studier har beräknat en potentiellt ökad risk för cancer vid samma nivåer i olika grödor.

Sammanfattningsvis kan föroreningarna ge en betydande exponering för både barn och vuxna och halterna bör reduceras.

Vår rekommendation är att barn och gravida avstår från att äta frukt, men även bär, svamp och andra växter plockade i det aktuella området. Övriga vuxna rekommenderas att avstå från att regelbundet inta frukt, bär, svamp och andra växter. Om odling sker på fastigheten rekommenderas att använda pallkragar med jord från annat område. Väljer man att äta frukt, bär, svamp och andra växter rekommenderas att skölja dessa och om möjligt även skala dem. Genom dessa åtgärder kan exponeringen för PAH, och även en eventuell exponering för metaller och andra föroreningar som har uppmätts i jorden, minska.

Referenser

1. Ensucon AB, *Förstudie etapp 2, RÄVGÅRDEN SVANEHOLM 1:92, 1:93 M.FL. SÄFFLE KOMMUN*. 2023.
2. International Agency for Research on Cancer (IARC). *Benzo(a)pyrene*. 2010 [cited 2023-03-07]; Available from: <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono100F-14.pdf>.
3. Livsmedelsverket. *Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)*. 2022 [cited 2023-03-01]; Available from: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/polycykliska-aromatiska-kolvaten-pah>.
4. European Food Safety Authority (Efsa), *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain*. EFSA Journal, 2008. 6(8): p. 724.
5. Al-Nasir, F., et al., *Accumulation, Source Identification, and Cancer Risk Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Different Jordanian Vegetables*. Toxics, 2022. 10(11): p. 643.
6. Ashraf, M.W., et al., *Distribution and Risk Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Vegetables Grown in Pakistan*. Journal of Chemistry, 2013. 2013: p. 873959.
7. Kacmaz, S., E. Altiok, and D. Altiok, *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon in Fruits and Vegetables Grown in Turkey: Quantitative Analysis, Dietary Exposure, and Health Risk Assessment*. Polycyclic Aromatic Compounds, 2022: p. 1-10.
8. Wu, M., et al., *Distribution and Health Risk Assessment on Dietary Exposure of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Vegetables in Nanjing, China*. Journal of Chemistry, 2016. 2016: p. 1581253.
9. Abou-Arab, A.A.K., et al., *Levels of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHS) in some Egyptian vegetables and fruits and their influences by some treatments*. International journal of current Microbiol.App.Sci 2014(3(7)): p. 277-293.
10. Khalili, F., et al., *The Analysis and Probabilistic Health Risk Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Contamination in Vegetables and Fruits Samples Marketed Tehran With Chemometric Approach*. 2020.
11. United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). *Risk Assessment Guidance for Superfund: Volume III - Part A, Process for Conducting Probabilistic Risk Assessment*. 2001 [cited 2023-03-01]; Available from: <https://semspub.epa.gov/work/HQ/134487.pdf>.
12. United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). *Guidelines for Carcinogen Risk Assessment 2005* [cited 2023 -03-01]; Available from: https://www.epa.gov/sites/default/files/2013-09/documents/cancer_guidelines_final_3-25-05.pdf.
13. Livsmedelsverket. *Frukt, bär, grönt och baljväxter*. 2022 [cited 2023-03-01]; Available from: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/mat-och-dryck/frukt-gront-och-baljvaxter>.
14. Naturvårdsverket, *Riktvärden för förorenad mark. Modellbeskrivning och vägledning*. 2009: Stockholm

Arbets- och miljömedicin

Arbets- och miljömedicin är ett samarbete mellan regionerna i Örebro, Sörmland, Värmland och Västmanland, Vi finns vid Universitetssjukhuset Örebro men vårt uppdrag är att arbeta för en god hälsa i en bra miljö i alla fyra län,

Vårt arbete rör sambandet mellan hälsa och ohälsa i relation till olika typer av exponeringar i arbetsmiljön, boendemiljön och den yttre miljön,

Besök vår webbplats för att läsa mer om oss, Där kan du även anmäla dig till vårt nyhetsbrev,

www.regionorebrolan.se/amm

Besöksadress

Universitetssjukhuset Örebro
Entré F, våning 2

Postadress

Arbets- och miljömedicin
Universitetssjukhuset Örebro
701 85 Örebro

Telefon

019-602 24 69

