



Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap  
Institutionen för livsmedelsvetenskap

# Pesticider i frukt och grönsaker

En litteraturstudie om förekomst och risker för människans hälsa

Pesticides in fruit and vegetables

A literature study about prevalence and risk to human health



Magdalena Alehagen

Självständigt arbete, 15 hp, Agronomprogrammet- livsmedel

---

Institutionen för Livsmedelsvetenskap

Publikation nr 334

*Swedish University of Agricultural Sciences*  
Department of Food Science

Uppsala 2011

---

# Pesticider i frukt och grönsaker

En litteraturstudie om förekomst och risker för människans hälsa

Magdalena Alehagen

Handledare: Lena Dimberg, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap

Examinator: Paresh Dutta, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för livsmedelsvetenskap

Kurstitel: Självständigt arbete i livsmedelsvetenskap

Kurskod: EX0426

Omfattning: 15 hp

Nivå: Grund G2E

Nyckelord: Pesticider, frukt, grönsaker, MRL (Maximum Residue Level)

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2011



Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap  
Livsmedelsvetenskap

## Sammanfattning

Rekommendationer från Livsmedelsverket manar till ett ökat intag av frukt och grönsaker samtidigt som halten av bekämpningsmedel, pesticider, i dessa grödor har diskuterats mycket. En fråga som ofta ställs i denna diskussion är ifall svenska frukter och grönsaker innehåller lägre halter av dessa bekämpningsmedel och även huruvida nuvarande nivåer av bekämpningsmedel i frukt och grönsaker ger negativa hälsoeffekter.

Syftet: Att undersöka förekomsten av pesticidrester i frukter och grönsaker och studera hur dessa skiljer sig i svenska grödor jämfört med grödor odlade i andra länder. Dessutom ämnades undersöka hur pesticider påverkar människan.

Metod: Litteraturstudie genomfördes med hjälp av artikelsökning i databaserna PubMed och Web of Knowledge. Artiklar som överensstämde med frågeställningarna och var publicerade 1999-2009 inkluderades. Detta genererade 12 artiklar och en rapport från Livsmedelsverket. Tre frukter och två grönsaker valdes ut för jämförelse av pesticidförekomst i olika studier. Artiklar som jämförde olika analysmetoder för att påvisa pesticidrester exkluderades.

Resultat: Inkluderade studier visade på olika resultat av pesticidförekomst, så som i apelsin där frekvensen varierade från 4,5 % till 87,1%. Svenskodlade frukter och grönsaker hade lägst nivåer av pesticider, medan grödor odlade utanför Europeiska Unionen gav högst utfall. Frekvensen av prover som överskred tillåtna nivåer var 0,5% i svenskproducerat, 2,1 % i EU-producerat och 9,5% i frukt- och grönsaksprover från länder utanför EU. Majoriteten av studierna visade inte på nämnvärda hälsorisker kopplat till ett genomsnittligt intag av frukt och grönsaker, även om riskerna var högre för specifika grupper så som barn, personer med låg vikt och vegetarianer. Det påträffades dock ett flertal prover med halter vida överstigande rekommenderade nivåer och även prover innehållande förbjudna bekämpningsmedel. Vid hög exponering av pesticider, vilket gäller för bland annat odlare, fanns det tydliga kopplingar till en ökad risk av sjukdomar så som mag- och blodcancer.

Konklusion: Förekomsten av pesticidrester i frukt och grönsaker skiljer betydligt mellan olika studier som jämför samma pesticider och frukter respektive grönsaker. Svenskodlade grödor har en lägre frekvens av pesticider än grödor odlade i andra länder, med högst frekvens i grödor odlade utanför EU. Pesticider medför en risk om de konsumeras över gränsvärden, eller för de grupper som har en hög exponering, exempelvis odlare.

Nyckelord: pesticider, frukt, grönsaker, MRL (Maximum Residue Level)

## Abstract

Recommendations from National Food Administration urge to an increased intake of fruits and vegetables, concurrently as the level of pesticides has been greatly discussed. A question often proposed within this discussion, is whether Swedish fruits and vegetables contain lower rates of pesticides and also if the current amounts of pesticides in fruits and vegetables could imply negative health effects.

**Aim:** To examine the prevalence of pesticides in fruits and vegetables and to study how these rates differentiate in Swedish crops compared to crops grown in other countries. Furthermore there was an intention to investigate how pesticides affect the human physiology.

**Method:** A literature study was performed with the help of an article search in the databases PubMed and Web of Knowledge. Articles corresponding to the aim and published 1999-2009 were included in the study. This generated in 12 articles and one report from National Food Administration. Three fruits and two vegetables were selected for comparison of pesticide incidence in different studies. Articles comparing different analytical methods to determine pesticides were excluded.

**Result:** Included studies showed different results concerning pesticide presence, for example in orange where the incidence varied from 4,5% to 87,1%. Fruits and vegetables grown in Sweden contained the lowest rate of pesticides, while crops grown outside the European Union implied the largest outcome. The frequency of samples exceeding permitted levels was 0,5% in crops grown in Sweden, 2,1% in crops grown within the European Union and 9,5% in fruit and vegetable samples from countries outside the European Union. The majority of included studies showed no significant health risks connected to a average intake of fruits and vegetables, even though the risks were increased for specific groups such as children, lightweight people and vegetarians. However, a few samples contained levels widely exceeding recommended levels and also samples containing prohibited pesticides. When having extended exposure to pesticides, for farmer among others, there was apparent connections to increased risk of different diseases such as gastric and blood cancer.

**Conclusion:** The incidence of pesticides in fruits and vegetables distinguish considerably between different studies, comparing the same pesticides and fruits and vegetables respective. Crops grown in Sweden have a lower frequency of pesticides compared to crops grown in other countries, with the highest rates in crops grown outside the European Union. Pesticides emitted a risk when consumed exceeding threshold limit values, or for groups with a high exposure for example farmers.

**Keywords:** pesticides, fruit, vegetables, MRL (Maximum Residue Level)

|                   |                                 |           |
|-------------------|---------------------------------|-----------|
| <b>Innehåll</b>   |                                 |           |
| <b>Syfte</b>      |                                 | <b>6</b>  |
| <b>Inledning</b>  |                                 | <b>6</b>  |
| <b>Bakgrund</b>   |                                 | <b>6</b>  |
| <b>Metod</b>      |                                 | <b>9</b>  |
| <b>Resultat</b>   |                                 | <b>10</b> |
|                   | Mandarin                        | 10        |
|                   | Apelsin                         | 11        |
|                   | Sallad                          | 12        |
|                   | Äpple                           | 12        |
|                   | Potatis                         | 14        |
|                   | Pesticiders effekt på människan | 16        |
| <b>Diskussion</b> |                                 | <b>17</b> |
|                   | Metoddiskussion                 | 17        |
|                   | Resultatdiskussion              | 18        |
| <b>Konklusion</b> |                                 | <b>26</b> |
| <b>Referenser</b> |                                 | <b>27</b> |

## Syfte

Denna studie ämnade att undersöka pesticidförekomsten i frukt och grönsaker. Till hjälp vid val av fokus valdes två frågeställningar:

- Vilka frukter och grönsaker har hög förekomst av pesticidrester och hur skiljer sig detta i svenska produkter jämfört med andra länders?
- Vad är pesticiders effekter på människan?

## Inledning

Rekommendationer från Livsmedelsverket förespråkar ett ökat intag av frukt och grönsaker med hänvisning till förbättrad hälsa och minskade risker för ett antal sjukdomar. Samtidigt sker det en diskussion om risken med höga halter av bekämpningsmedel i dessa livsmedel, vilket är en av orsakerna till en ökad försäljning av ekologiska varor. Ett flertal "larm" har figurerat i media om bekämpningsmedelsrester, pesticidrester, i frukt och grönsaker. Därför har en litteraturstudie kring förekomsten av pesticidrester i frukt och grönsaker genomförts i detta arbete. Hur pesticidrester kan påverka människan vid ett högt intag har också studerats.

## Bakgrund

### *Konsumtion av frukt och grönsaker*

Konsumtion av frukt och grönsaker har sedan 1960-talet ökat i Sverige. Ökningen har framförallt gällt färska köksväxter, där en tredubbling skett sedan 1960-talet. Rotgrönsaker har inte haft samma stegrande konsumtionssiffror [1]. Livsmedelsverket vill ytterligare höja konsumtionen av frukt och grönsaker då den kostvaneundersökning som gjordes 1997/1998 visade att det genomsnittliga intaget av rekommenderat intag var 55% för männen och 70% för kvinnorna av [2]. Skäl att öka intaget av frukt och grönsaker är deras betydelse för hälsan. Resultatet i en prospektiv kohortstudie, där 75 596 kvinnor och 38 683 män deltog, visade att ett högt intag av frukt och grönsaker minskade risken för att drabbas av ischemisk stroke [3]. Lägst risk hade de personer med ett högt intag av grönsaker tillhörande korsblommiga familjen; broccoli, kål, blomkål och brysselkål, gröna bladgrönsaker, samt citrusfrukter och vitamin C-rika frukter. En kohortstudie där 72 113 kvinnors dieter undersöktes relaterat till risken att drabbas av kardiovaskulär sjukdom, cancer och mortalitet på grund av sjukdom har genomförts [4]. Resultatet visade att kvinnor som åt en diet med höga nivåer av frukt, grönsaker, fisk och fågel, samt med låga nivåer av rött och processat kött, raffinerat spannmål, pommes frites och sötsaker, hade 28% lägre risk att drabbas av kardiovaskulära sjukdomar och 17% lägre risk att avlida på grund av någon sjukdom. En kohortstudie med 521 448 deltagare visade att ett högt intag av frukt och grönsaker gav en minskad risk att drabbas av colorectal cancer, i synnerhet tarmcancer [5]. Resultaten visade att en stor konsumtion av frukt och grönsaker gav en minskad risk att drabbas av colorectal cancer hos icke-rökare och före detta rökare, medan rökare hade en något förhöjd risk att drabbas. Reduceringen kunde kopplas till en diet med frukt och grönsaker kombinerat eller till endast grönsaker, medan endast frukt inte sänkte risken.

## *Pesticidbegreppet*

Med ett ökat intag av frukt och grönsaker ökar också efterfrågan på kunskap kring risker kopplade till intag av dessa grödor. En viktig komponent vid riskbedömningar är förekomsten av pesticidrester. Pesticider är ett samlingsbegrepp för insekticider, herbicider och fungicider. Pesticider innefattar olika typer av substanser (se Tabell 1 för exempel) en eller flera substanser som används för att bekämpa insekter, andra skadedjur, ogräs, mögel, olika mikroorganismer och prioner. Pesticidrester kan vara såväl den pesticid som plantan besprutats med som olika degraderingsprodukter orsakade av bland annat hydrolys och metabolism i plantan. Vid beräkningar av förekomst av pesticidrester avgör bland annat toxicitet, bidrag till den totala pesticidhalten och svårighetsgrad på analyserna, om degraderingsprodukter och metaboliter ska inkluderas eller inte [9]. I Sverige finns 184 preparat, innehållande 115 olika ämnen, som är godkända för användning på vegetabilier avsedda för livsmedel [8].

Tabell 1. Exempel på pesticider med respektive funktion och användningsområde [7]

| <b>Namn</b>   | <b>Grupp</b>                  | <b>Användningsområde</b>         |
|---------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Chloroprotham | Herbicid                      | Potatis                          |
| Endosulfan    | Insekticid                    | Grönsaker, frukt, potatis        |
| Endrin        | Rodenticid (mot gnagare)      | Äpple, stenfrukter, vinbär       |
| Iprodion      | Fungicid                      | Vindruvor, jordgubbar, grönsaker |
| Metaldehyd    | Molluscicider (mot mollusker) | Grönsaker, jordgubbar            |
| Methidathion  | Insekticid                    | Frukt, potatis, betor,           |
| Methylbromid  | Nematicid (mot nematoder)     | Grönsaker, frukt, potatis, betor |

## *Användning av pesticider*

Användandet av pesticider kan medföra ett flertal fördelar. Exempel på detta är kontroll av svampen *Colletotrichum gloeosporioides* som annars kan medföra stora skördeförluster, förhindrande av för tidig mognad hos bananer och stävande av lökgroning under lagring, vilket ger en längre hållbarhet [10].

Pesticider kan appliceras på grödan genom ett antal olika metoder. En metod är att doppa grödan i pesticidlösningen. Ofta späds pesticiden med varmt vatten och eventuellt någon tillsats, som till exempel en syra för att sänka pH och på så sätt öka pesticidens effektivitet. Denna metod används bland annat på ananas, där infektioner lätt uppstår i snittytan på stjälken. En annan metod för pesticidapplicering är att grödan sprayas med pesticidlösning. Sprayning ger en mycket liten partikelstorlek på dropparna och appliceras antingen ute på fältet manuellt eller mekaniskt inomhus i produktionslinjen. Det finns en vidareutveckling av denna metod, då dropparna ges en elektrisk laddning strax innan de appliceras. Detta leder till en repulsion mellan dropparna och även en attraktion till grödan, vilket resulterar i ett jämnt lager av pesti-

ciden på grödan. Att applicera pesticider i pulverform är ytterligare en metod som används inom livsmedelsindustrin. En fördel med denna metod är att grödan kan hållas torr, vilket i vissa grödor är av betydelse för att undvika tillväxt av specifika bakterier. Till metodens nackdel hör svårigheten att applicera pestiden i ett fullständigt och jämnt lager på grödan. Desinficering/rökning används för volatila pesticider och kan genom att cirkulera i luften i ett slutet utrymme appliceras på grödan. För vissa pesticider sker en förbränning och de appliceras då genom röken som grödan utsätts för. En annan metod som är en vanligt gällande pesticidapplicering, är bruket av ”kuddar” som är behandlade med pesticider, vilket sedan placeras intill grödorna [10].

Metodvalet för pesticidapplicering har stor betydelse för resultatet, men även tidpunkt för applicering är av vikt. För att minimera risken för skadeverkan på grödorna, rekommenderas att användningen av pesticider startar innan skörden då det är lättast att eliminera smittkällor. Effektiviteten är dock oftast något högre vid pesticidanvändning efter skörd, då grödan dvs frukten eller grönsaken är färdigutvecklad. En annan aspekt som är av betydelse är pesticidresistens, då vissa risker finns för utveckling av resistens mot pestiden om appliceringen sker i ett tidigt skede [11].

### *Riskbedömning av pesticidhalten*

När riskbedömningar utförs kopplade till intag av pesticider, finns det ett antal termer som används. Maximum Residue Limit (MRL) är ”den maximala mängd av en substans (mg/kg) som tillåts i ett livsmedel” [8]. För att bestämma MRL utförs en toxikologisk riskbedömning och kontrollerade fältförsök, då rekommenderade angivelser följs (Good Agricultural Practice, GAP) för användning av pestiden [8]. Inom Europeiska Unionen finns en gemensam lagstiftning gällande MRL för frukt och grönsaker odlade och konsumerade i medlemsländerna. Vid analys av pesticidrester i livsmedel i Sverige används därför samma MRL för prover från vegetabilier odlade i Sverige såväl som från importerade vegetabilier. MRL tillämpas även på pesticider som ej blivit godkända i Sverige och i de fall inga MRL är bestämda görs en enskild bedömning av Livsmedelsverket [12].

En annan term som används är Acceptabelt Dagligt Intag (ADI) som ”är lika med den högsta mängd av ett ämne som en konsument kan inta dagligen under hela sin livstid utan hälsorisk”. Termen är därmed ett mått på hur skadlig pestiden kan vara för människan [8].

Akut referensdos (ARfD) är ”den högsta mängd av ett ämne som en konsument kan inta under en begränsad tidsperiod (normalt en måltid eller upp till ett dygn) utan hälsorisk” [8]. ADI och ARfD bestäms genom djurstudier, där man registrerar den största mängd som kan ges till den känsligaste arten utan att ge mätbara negativa effekter. För att applicera detta på mänsklig fysiologi, divideras denna dos sedan med en säkerhetsfaktor, oftast 100.

### *Pesticidfynd*

Under en 10-årsperiod har antalet pesticider som Livsmedelsverket kunnat detektera i sina analyser ökat från ca 180 till 270 [13]. Med ett större antal pesticider som kan identifieras ökar möjligheten att finna grödor med för höga nivåer av pesticider. År 2007 förbjöd Livsmedelsverket 26,1 ton mat från att säljas på grund av för höga värden av pesticider [12]. År 2009 stoppades en last bestående av 20 ton äpplen från Argentina. Äpplena innehöll höga halter av



pesticiden azinfosmetyl, vilket kan ge upphov till illamående, huvudvärk och ökad utsöndring av saliv [14].

Sammanfattningsvis kan det konstateras att Livsmedelsverket rekommenderar ökat intag av frukt och grönsaker vilket hör samman med positiva hälsoeffekter. Med en ökad konsumtion följer ett ökat ansvar att kunna bibehålla en hög livsmedelssäkerhet, av vilken halten av pesticidrester är en viktig komponent. Kontinuerliga analyser av pesticidhalter såväl som studier av pesticiders påverkan på människan är av största betydelse för att kunna garantera en hög nivå av livsmedlens säkerhet.

## Metod

För att besvara studiens syfte valdes litteraturstudie som metod. Då det finns olika former av litteraturstudie valdes en systematisk litteraturstudie inspirerad av Forsberg & Wengström [15]. Metoden innebär sökning av vetenskapliga artiklar i olika databaser baserat på relevanta söktermer. En genomläsning av artiklarnas resultat genomförs, vilket sedan summeras i övergripande resultat.

## Urval och genomförande

Inklusionskriterier för studien var att artiklarna skulle överensstämma med studiens syfte. Artiklarna skulle inrymma ett abstrakt, vara publicerade mellan 1999-2009 och vara skrivna på svenska eller engelska. Endast artiklar som fanns tillgängliga i fulltext på internet valdes.

Exklusionskriterier var studier som jämförde olika analysmetoder för att påvisa pesticidrester i frukt och grönsaker.

Databaserna PubMed och Web of Knowledge användes. Dessa databaser valdes då de har ett omfattande utbud av publicerade artiklar inom ämnet pesticidrester i frukt och grönsaker. I maj 2009 gjordes en provsökning för att erhålla en orientering om omfattningen av publicerade och aktuella forskningsstudier. En riktad sökning genomfördes i juni 2009.

Sökord som användes var pesticide residue, fruit, vegetables, dietary exposure, risk assessment, och dietary intake. Som sökord för att finna artiklar relaterat till den andra frågeställningen gällande pesticiders påverkan på människan valdes att göra en sökning endast i databasen Pub med och aktuella sökord var pesticide, health, risk, vegetables och fruits. Dessa kombinerades för att begränsa urvalet och erhålla artiklar som var relevanta i förhållande till syftet. En kontrollsökning genomfördes 1 juli 2009 för att säkerställa att ingen relevant artikel uteslutits. I augusti 2009 gjordes ytterligare en sökning i PubMed för att erhålla ytterligare ett antal artiklar kopplade till frågeställningen om pesticiders effekter på människan.

Sammanfattningar till de publicerade artiklarna för dessa sökordskombinationer lästes, varefter de artiklar som ej överensstämde med syftet exkluderades. Därefter lästes artiklarna i sin helhet varvid ytterligare artiklar exkluderades. Manuell sökning genomfördes genom att referenser i funna artiklar lästes, vilket gav hänvisningar till ett antal nya artiklar som var relevanta för frågeställningarna.

Frukt och grönsaker valdes där ett flertal artiklar angav höga värden av pesticider, samt att de var vanliga förekommande som livsmedel i svenska hushåll. Totalt 12 artiklar inkluderades i litteraturstudien, varav 9 funna via givna sökordskombinationer. Genom manuell sökning, då de inkluderade artiklarnas referenser studerades, inkluderades ytterligare 3 artiklar. Artiklarna har sitt ursprung i 10 olika länder; USA (n=2), Danmark (n=2), Japan (n=1), Nederländerna (n=1), Belgien (n=1), Irland/Italien (n=1), Brasilien (n=1), Nya Zeeland (n=1), Kroatien (n=1) och Italien (n=1). En årsrapport från Livsmedelsverket, med data av pesticidförekomst hos frukt och grönsaker köpta i Sverige, hämtades från Livsmedelsverkets hemsida. Ett flertal av artiklarna fanns med på träfflistan till ett antal olika sökordskombinationer, vilket gav upphov till dubletter. Intentionen var att ej använda reviewartiklar, dock medtogs en artikel då denna gav sammanställning som bedömdes som användbar.

Resultaten i relevanta artiklar sammanfattades för att erhålla en översikt över det samlade resultatet. Därefter kategoriserades de olika resultaten till respektive frågeställning. Slutligen jämfördes resultaten till respektive frågeställning och slutsatser drogs. Då inkluderade artiklar innehöll ett antal olika analyserade frukter och grönsaker med pesticidförekomst för respektive gröda, gjordes ett urval. Fokus valdes att läggas på tre frukter och två grönsaker; mandarin, apelsin, äpple, sallad och potatis. Dessa frukter och grönsaker hade betydande pesticidvärden i ett antal artiklar och är också av intresse då den svenska konsumtionen av dessa är relativt hög.

## Resultat

### Grönsaker och frukter med höga nivåer av pesticidrester och förekomsten i svenska produkter jämfört med andra länders

Resultatet har fokuserats främst tre frukter; mandarin, apelsin och äpple samt två grönsaker; sallad och potatis.

I flera studier jämfördes den generella pesticidförekomsten i frukter respektive grönsaker. I samtliga av de studier som jämfört frukter och grönsakers generella pesticidhalter, har frukter högre nivåer än grönsaker. I en studie redovisas 50 fruktprov och 12 grönsaksprov som innehöll pesticidvärden under MRL. I samma studie redovisas att 14 fruktprover och 4 grönsaksprover hade pesticidvärden överskridande MRL [16]. Även i en studie av Gebara et al. [17] var pesticidförekomsten högre i frukt (34%) än i grönsaker (29 %) och resultatet baserades på 1523 frukter och 700 grönsaker. Ytterligare en studie [18] fann att en högre andel av fruktprover innehöll pesticider jämfört med grönsaksprover; 60% respektive 18%.

### Mandarin

Resultaten visade en relativt hög pesticidförekomst i mandarin. Enligt en ”review” artikel [19] hade mandariner, tillsammans med sallad, den högsta frekvensen av pesticider jämfört med övriga frukt- och grönsaksprover. Man utförde 11 685 bestämningar av pesticider i mandariner och 8,3 % av dessa prov innehöll pesticider. De mest förekommande pesticiderna var metidathion, thiabendazole och klorpyrifos.

I en holländsk studie [20] framkom att av 64 analyserade grödor låg mandarin på tredje plats, av de frukter och grönsaker som bidrog mest till exponering av organiska fosforestrar genom maten. I en undersökning rankades frukter och grönsaker efter den dietära exponering av organiska fosforestrar som de bidrog till. Vid beräkning av exponeringen av dessa pesticider hos barn i åldrarna 1-6 år, rankades mandarin som den gröda som innehöll näst högst halter av organiska fosforestrar (med 17% av den totala exponeringen). De pesticider som vanligast förekom var metadidation, fenthion, ometoat och ethion.

En belgisk studie [21] analyserade 16 prover av mandarin och samliga prover innehöll detekterbara nivåer av imazalil. Mandarin var den frukt, tillsammans med apelsin, som till största delen bidrog till exponering för imazalil. För en konsument som hade ett högt intag, 97,5:e percentilen, kunde imazalil nå en nivå av 23% av ADI. I en annan studie [22] undersöktes vilka frukter och grönsaker som i största utsträckningen medverkade till toxiciteten och den dietära exponeringen av karbamat- och organofosfor-pesticider. Då man satte 0-värde på de pesticider som låg under gränsen för kvantifiering (Limit of Quantification, LOQ) och mätte i metamidofos-ekvivalenter, bidrog mandariner och clementiner med 11% till denna exponering. Livsmedelsverkets rapport [12] visar att 48 av 59 mandariner innehöll pesticidrester. Det var fem prover med halter över MRL-värdena, varav tre prover med karbendazim och två prover med endosulfan. Vid överskridande av MRL i mandarin, fanns det alltså i studierna en spridning mellan 0,15% till 8% av proven som hade för höga halter. Denna spridning är relativt stor, men det bör ändå noteras att ingen studie innehöll prover där mer än 10 % överskred MRL.

## Apelsin

Två studier undersökte risken för höga intag av fosforestrar via pesticider i apelsin. Av alla analyserade grödor, var apelsin den frukt/grönsak som bidrog till näst högst risk, efter spenat, för intag av skadliga mängder organiska fosforestrar [20]. De pesticider som hade högst värde var methadithion och dimethoate. En dansk studie [22] visade att apelsin bidrog till akut exponering, via intag, för organiska fosforestrar. Halter av parathion-metyl som innebar 9 % av ARfD för vuxna och 31% för barn redovisas. I samma studie beräknades risken för kronisk exponering genom intag av olika grödor. Då värdet på ej detekterbara (Limit of Quantification, LOQ) pesticider sattes som 0, beräknades apelsin bidra med 9% av den totala exponeringen för organiska fosforestrar och karbamater beräknat genom metamidofos-ekvivalenter. I en annan studie [21] innehöll 87 % av apelsinproverna pesticidrester. Apelsin, tillsammans med mandarin, var den gröda som bidrog mest till exponeringen för pestiden imazalil. De som hade en hög konsumtion (97,5 percentilen) kunde er hålla imazalil motsvarande 23% av ADI. Knezevic et al. [16] fann att den frukt/grönsak som bidrog mest till exponeringen för pesticider var apelsin. Av de totalt 18 prov som innehöll pesticidvärden som var högre än MRL, var 9 av dessa apelsinprover. Pesticider påträffades även i apelsinprover i en studie utförd av Iwasaki et al. [23]. Tre olika pesticider; thiabendazole, imazalil och klorpyrifos, påträffades enskilda i tre prov, dock innehöll inget av proven nivåer över MRL. Det är dock svårt att dra några slutsatser av pesticidförekomsten, då ingen redovisning av antalet apelsinprover rapporteras. I en studie [24] gjordes bland annat en sammanfattning av vilka frukter och grönsaker kombinerat med specifika pesticider som gav störst risk. Risken beräknades utifrån toxicitet såväl som exponering. I en ranking av de frukt/grönsaks- och pesticidkombinationer kom apelsin och pestiden metidation på tredje plats. Apelsin kom även på sjunde plats, med pestiden dicofol. Även en brasiliansk studie [17] analyserade pesticidrester i

apelsin. Av 44 apelsinprover innehöll 4,5% pesticidrester, varav inga av dessa innehöll värden som överskred MRL. De pesticider som påträffades i apelsinproverna var klorpyrifos och etion. I Livsmedelsverkets rapport [12] rapporterades analys av 67 apelsinprover, varav 51 innehöll pesticidrester. Ett prov visade värden över MRL och pesticiden i detta prov var imazalil.

## Sallad

Ett antal artiklar visade på relativt stor förekomst av pesticidrester i sallad. Low et al. [24] fann att 12% av 17 salladsproverna innehöll pesticidvärden över MRL. Heptaklor var den pesticid som detekterades. I en annan studie [21] påträffades pesticider i 6% av proverna, av totalt 126 salladsprover. Sallad, tillsammans med körsbär, bidrog mest till exponeringen av pesticiden dimetoate. Fynd av pesticidrester i sallad rapporterades även i Berger et al. [19] då en sammanställning gjordes av resultaten från EUs koordinerade program för övervakning av pesticidrester i växtprodukter. Av det omfattande antalet prover av sallad, 22 566 st, innehöll 7,3% pesticidrester och 0,7% innehöll nivåer överskridande MRL. Mest frekventa pesticider i sallad var pesticider tillhörande dithiokarbamat-gruppen (26% av funna pesticider) och iprodion (27% av funna pesticider). Livsmedelsverket [12] analyserade olika typer av sallad, totalt 28 prover. Av dessa prover var 16 svenskproducerade. Pesticider påträffades i 2 prover men inte i nivåer över MRL-värdena. I en brasiliansk studie [17] innehöll 23% av 30 salladsprover pesticider. Inga prover överskred MRL, men i 17% av proverna påträffades pesticider ej auktoriserade att använda på sallad. Sallad analyserades också för att utreda vilka frukter och grönsaker som bidrog mest till toxiciteten och den dietära exponeringen av organiska fosforestrar och karbamat-pesticider [22]. När detta beräknades genom mätning av klorpyrifos-ekvivalenter och icke detekterbara (Limit of Quantification, LOQ) pesticider angavs värde 0, bidrog sallad endast till 5% av den totala exponeringen. När beräkningen skedde genom mätning av metamidofos-ekvivalenter, var sallads bidrag till den totala exponeringen ännu lägre, 4%. Även Knezevic et al. [16] analyserade sallad och av totalt 106 grönsaksprover överskred 3 salladsprover MRL.

## Äpple

Det är svårt att dra betydande slutsatser av den generella pesticidförekomsten hos äpple, då det var få resultat att jämföra och dessa skilde sig betydligt från varandra. En svensk undersökning [12] visade att av totalt 135 analyserade äpplen återfanns pesticidrester i 69 prover, varav 29 var svenska. I denna undersökning innehöll 8 prover pesticidvärden som överskred MRL. Av de svenska äpplena var det ett prov som innehöll värden över MRL. I en studie [17] analyserades 78 äppelprover, av vilka 19 % innehöll pesticidrester. Men inga av proverna innehöll nivåer som överskred MRL. I review-artikeln skriven av Berger et al. [19] visas att 3% av de 23 247 äppelprover som analyserats innehöll pesticidrester. Det var 0,14% av proverna som hade pesticidvärden som överskred MRL-värdena. En annan studie [16] fann pesticidrester med värden över MRL-gränsen i 4 äppelprover, dock angavs ej hur många äppelprover som totalt analyserats.

Boon et al. [20] undersökte vilka grödor som bidrog mest till exponeringen av organiska fosforestrar och karbamater via dieten. Gällande exponeringen för karbamater hos vuxna låg äpple på första plats. Av alla grödor i databasen bidrog äpple med 45% av den totala bidraget till exponeringen för dessa pesticider. Även för barn; åldrarna 1-6 år, bidrog äpple till 45% av den

totala dietära exponeringen för karbamater. Siffran var betydligt lägre när det gällde den dietära exponeringen för organiska fosforestrar för vuxna respektive barn; 2% och 3%. I en dansk undersökning [22] undersöktes såväl den akuta som kroniska risken för intag av organiska fosforestrar och karbamater hos den danska befolkningen. Då pesticider kan ha olika toxicitet, omvandlas deras potens till ”index compounds” för att underlätta en jämförelse av pesticiderna. I detta försök användes klorpyrifos och metamidofos som ”index compounds”. Vid beräkning av akut exponering för klorpyrifos-ekvivalenter hade pestiden phosalone i äpplen 5 % av ARfD hos vuxna och 16% hos barn. För att bestämma risken för kronisk exponering användes i studien två olika system; dels att sätta värden under LOQ som 0 och dels att sätta värden som ½ LOQ. Anledningen till att ½ LOQ användes var för att inte bortse från pesticider som kan finnas i små mängder som eventuellt kan påverka känsliga individer som till exempel barn. Erhållna data visade att barn hade en högre exponering för klorpyrifos- respektive metamidofos-ekvivalenter, se tabell 2 och 3. Det högsta värdet var barns exponering för methmidofos-ekvivalenter, där intaget nådde 17% av ADI.

Tabell 2. Kronisk exponering för klorpyrifos-ekvivalenter via intag av frukt och grönsaker (% av ADI) enligt en dansk studie [22]

|       | 0 LOQ | 1/2 LOQ |
|-------|-------|---------|
| Vuxna | 0,7 % | 1,5 %   |
| Barn  | 1,8 % | 4 %     |

Anmärkning LOQ: Limit of Quantification

Tabell 3. Kronisk exponering av metamidofos-ekvivalenter via intag av frukt och grönsaker (% av ADI) enligt en dansk studie [22]

|       | 0 LOQ  | 1/2 LOQ |
|-------|--------|---------|
| Vuxna | 0,03 % | 7 %     |
| Barn  | 0,07 % | 17 %    |

Anmärkning LOQ: Limit of Quantification

Sedan beräknades hur mycket olika frukter och grönsaker bidrog till dessa exponeringssiffror. Vid beräkning av toxicitet och dietär exponering var högsta förekomsten metamidofos-ekvivalenter 37% av ADI (se Tabell 4) vid användande av 0 LOQ .

Tabell 4. Exponering för klorpyrifos respektive metamidofos genom intag av äpple (% av ADI) enligt en dansk studie [22]

|                          | 0 LOQ | 1/2 LOQ |
|--------------------------|-------|---------|
| Klorpyrifos-ekvivalenter | 22 %  | 13 %    |
| Metamidofos-ekvivalenter | 37 %  | 7 %     |

Anmärkning LOQ: Limit of Quantification

Livsmedelsverket [12] utförde även en beräkning av risken vid akut exponering och använde då konsumtionsdata från Storbritannien. Barn har högst risk att via intag konsumera halter av pesticider som överstiger ARfD. Anledningen till detta är det stora intaget av livsmedel i förhållande till barnens vikt. Vid beräkningar var det tre pesticider äpplen som översteg den maximala dosen av ARfD för barn; från 115% till 274% av ARfD. Intaget av dessa pesticider nådde inte den maximala dosen av ARfD för vuxna. Äpplen analyserades även i tre andra studier, men gav inga anmärkningsvärt höga pesticidresultat. I en belgisk studie [21] analyserades 1322 prover av frukter och grönsaker, bland annat äpple. Konsumtionsdata registrerades från 3214 personer och såväl deterministisk som probabilistisk analys genomfördes. I den probabilistiska analysen beräknades olika frukter och grönsakers bidrag till exponering för pesticider. Äpple utmärkte sig inte som bidragande faktor för hög exponering till någon av de undersökta pesticiderna och de fanns inte heller med bland de frukter och grönsaker som hade pesticidvärden närmast gränsen för ADI. Low et al. [24] undersökte bland annat den kombination av frukt/grönsak och pesticid som hade högst riskvärden för hälsan hos konsumenten. Risken berodde på exponering såväl som pesticidens toxicitet. I en ranking av de tio pesticid/livsmedelskombinationerna som innebar högst risk, kom äpple med pesticiden dikofol på nionde plats.

## Potatis

Potatis omnämndes i tre artiklar som en gröda med höga pesticidvärden. En belgisk studie [21] analyserade 1322 prover med frukter och grönsaker. I 62 potatisprover (69%) påträffades pesticiden kloroprotham, vilket gjorde potatis till den gröda som bidrog mest till exponeringen för denna pesticid. Vid genomsnittlig konsumtion ansågs kloroprotham i potatis ge den högsta exponeringen (drygt 4 % av ADI) bland flertalet pesticider i frukter och grönsaker. För en person med ett högt intag (97,5:e percentilen) kom kloroprotham tvåa (efter imazalil) att ge högsta exponeringen av ADI (15 %). Potatis var också den gröda som bidrog mest till exponeringen av pesticiden klorpyrifos. Även en annan studie [24] fann kloroprotham i potatis. En studie av frukter och grönsaker kombinerat med specifika pesticider genomfördes för att se vilka som, vid intag, innebar störst hälsorisk för konsumenten. Riskvärderingen byggde på pesticidens toxicitet såväl som den dietära exponeringen. Då de tio pesticid/grödo-kombinationerna med högst risk listades, låg potatis på en andra plats med pesticiden kloroprotham och även på femte plats med pesticiden tecnazene. Anledningen till att potatis och kloroprotham rankades så pass högt, beror på att potatis konsumeras i betydande mängder. Pesticiden har en måttlig toxicitet, men då potatis är en viktig basvara ansågs risken relativt hög. I en studie [22] undersöktes vilka grödor som bidrog mest till den kroniska exponeringen av organiska fosforestrar och karbamater, genom att mäta i klorpyrifos- och metamidofos-ekvivalenter. Anledningen till att dessa ekvivalenter användes är för att underlätta jämförelsen mellan olika pesticider, då de har olika toxicitet. Det högsta värdet, 27% av ADI (se tabell 5), erhöles för metamidofos-ekvivalenter vid 0 LOQ. Då mätningen via både klorpyrifos- och metamidofos-ekvivalenter gjordes och 0 LOQ användes, bidrog inte potatis nämnvärt jämfört med andra frukter och grönsaker.

Tabell 5. Kronisk exponering av chlorpyrifos- respektive methamidophos-ekvivalenter genom intag av potatis enligt en dansk studie [22]

|                            | 0 LOQ | 1/2 LOQ |
|----------------------------|-------|---------|
| Chlorpyrifos-ekvivalenter  | * %   | 16 %    |
| Methamidophos-ekvivalenter | * %   | 27 %    |

Anmärkning LOQ: Limit of Quantification

\* Potatis var ej bland de sju grödor som bidrog mest till exponeringen, varför exakta data för pesticidförekomsten i potatis ej angavs i studien.

Slutsatsen som kan dras av dessa resultat är att en stor del av potatisproverna hade pesticidrester i små mängder, som endast kan påverka känsliga grupper. Även Berger et al. [19] inkluderar potatis i sin review-artikel, men resultaten uppvisar låga pesticidhalter. Av 19 633 potatisprover innehöll endast 40 prover (0,2%) pesticidrester och av dessa var det 7 prover (0,04%) som innehöll halter över MRL. Livsmedelsverket [12] analyserade också potatis, men utan att finna betydande pesticidrester. Av totalt 48 potatisar, innehöll 3 prover pesticider. Inget av dessa prov innehöll värden över MRL. En kroatisk studie [16] inkluderade potatis i sina 134 grönsaksprover och fann då ett prov som hade värden över MRL.

## Svenska frukter och grönsaker jämfört med utländska frukter och grönsaker

Vid jämförelse av pesticidförekomsten i svenskodlade frukter och grönsaker och frukter och grönsaker producerade i övriga länder, är Livsmedelsverkets rapport [12] det enda underlag som finns att tillgå. De frukt- och grönsaksprover som analyserats delades upp i tre kategorier: svenskproducerade, producerade inom EU-länder och producerade i ”tredje land”. Analyserna visade att pesticidförekomsten var 34% i svenskproducerat, 67% i EU-producerat och 81% i frukt och grönsaker producerade i ”tredje land”. Samma trend gällde prover som översteg MRL för pesticidinnehållet: 0,5% i svenskproducerat, 2,1 % i EU-producerat och 9,5% i frukt- och grönsaksproverna från ”tredje land”. Det bör noteras att dessa siffror gällde genomsnittet för alla de frukter och grönsaker som Livsmedelsverket inkluderat i sin analys, inte endast de utvalda för denna litteraturstudie.

## Otillåtna pesticider

I fyra studier fann man pesticider som inte är tillåtna att applicera på frukter och grönsaker. Low et al. [24] fann att en av de mest frekventa pesticiderna i proven var heptaklor. Pesticiden har en hög toxicitet och fynden låg över MRL. Men heptakloret var applicerat på lök som inte konsumeras i större mängder, vilket sänkte risken. I en annan studie [16] fann man ett flertal pesticider som ej är tillåtna i respektive frukt eller grönsak: tetrametrin i äpplen, klorothalonil i sallad och klorpyrifos i potatis. Författarna misstänkte att de tre proverna av äpplen som hade olika tetrametrin-nivåer hade kontaminerats under lagringstiden. I en studie utförd i Brasilien [17] fann man olagliga pesticider i tre prover; tetraklor cyklohexan i ett jordgubbsprov

och dieldring i två melonprover. En möjlig förklaring till dessa fynd ansågs vara pesticidrester i jorden. Kontaminering via jorden gavs även som förklaring till att olagliga pesticider detekterades i tre prover i en dansk studie [18]. De fann hexaklorbenzen och quintozen i två morötter och en palsternacka, alla odlade i Danmark.

## **Pesticiders effekt på människan**

I de artiklar som inkluderades i denna litteraturstudie fanns både artiklar med slutsatsen att det kan föreligga en reell risk med ett för högt intag av pesticider, via de frukter och grönsaker vi konsumerar, såväl som artiklar där konklusionen var att risken ej var betydande.

En belgisk studie [21] hade som slutsats i sin studie av kronisk exponering för pesticider via intaget av frukter och grönsaker att det inte föreligger någon större risk för konsumenterna. Denna konklusion inkluderar även de konsumenter som har ett stort intag. En annan studie [23] visar att konsumenterna ser risken med pesticidintaget via frukter och grönsaker som mer betydande än vad som framkommer i undersökningar som utgår från reella exponeringsdata. Undersökningen visade att konsumenterna inte utsattes för exponering av någon pesticid med hög risk. Även Jensen et al. [22] kunde genom sin studie av livsmedelskonsumtionen i Danmark kopplat till såväl kroniskt som akut intag av organiska fosforestrar och karbamater, påvisa att ingen överhängande risk existerade. Vid bedömningen av exponeringen för dessa pesticider överträdde varken ADI eller ARfD. Livsmedelsverkets rapport [12] sammanfattade att de fynd av pesticidrester som påträffades i proverna oftast, med marginal, låg under MRL. Det fanns dock undantag med prover som innehöll betydande mängder pesticider, bland annat kinesisk broccoli importerad från Thailand där halter av ometoat var 64 gånger högre än den akuta referensdosen för små barn och 40 gånger den akuta referensdosen för vuxna.

I två artiklar var konklusionen inte lika positiv gällande den risk som föreligger kopplat till pesticidexponeringen via frukter och grönsaker. Enligt Boon et al. [20] fanns det en risk att ARfD överskreds för organiska fosforestrar hos små barn. Artikelförfattarna rekommenderar dock att inte lägga för stor vikt vid dessa överträdelser för ARfD. ARfD är ej direkt kopplat till kliniska effekter på människor, då tester utförs på andra arter och därefter tillförs säkerhetsmarginaler för att överföra dessa värden på människor. Dessutom adderas konsumtionsdata under dagtid då exponeringen beräknas, vilket är något missvisande då den reella exponeringen för pesticiderna är utspridd över 24 timmar. En kroatisk studie [16] konkluderade att det förelåg en möjlig risk kopplat till den allmänna folkhälsan, eftersom en stor andel av frukt- och grönsaksproverna innehöll pesticidrester.

Studier har gjorts på specifika hälsoeffekter av hög exponering för pesticider. Mills et al. [25] genomförde en epidemiologisk studie på 139 000 latinamerikaner, tillhörande en facklig organisation i Kalifornien, USA. Data inhämtades ur ett cancerregister; California Cancer Registry, om antalet människor som från 1987 till 2001 diagnosticerats med leukemi, multipel myeloma eller non-Hodgkins lymphoma (NHL). Dessa cancerformer drabbar blod- och lymfsystemet. Man noterade demografiska variabler, som till exempel ålder, kön, födelseort, såväl som information om diagnosen hos varje enskilt fall. Efter att ha utfört en probabilistisk analys fann man en ökad risk att drabbas av cancer kopplat till lymf- och blodsystemet, med OR=1,67 (OR: Odd Ratio= riskbedömning, 1= 0 risk, över 1 anger grad av risk) bland dem som arbetade med odling av grönsaker. Pesticiderna mancozeb och toxafen kunde kopplas till en ökad risk att drabbas av leukemi (OR= 2,35 respektive OR=2,20) och kvinnor var mest



utsatta. En möjlig förklaring till kvinnors ökade risk skulle kunna vara att de hade arbetsuppgifter som i större utsträckning innebar direktkontakt med grödorna. Studien visade ingen ökad risk att drabbas av multiple myeloma. Vid exponering av pesticiden 2,4-D ökade risken markant att drabbas av NHL (OR=3,80).

En annan studie [26] visade att exponering för pesticiden 2,4-D hade negativ effekt på hälsan. Pesticiden associerades, tillsammans med pesticiden klordane, för en ökad risk att drabbas av magcancer (OR= 1,85 respektive OR=2,96). Resultaten visade också en ökad risk att drabbas av magcancer vid exponering för pesticiderna propargite (OR=2,96) och triflurin (OR=1,96). Generellt sett löpte arbetare inom citrusindustrin en ökad risk att få cancer i magen (OR= 2,88).

En italiensk populationsbaserad studie [27] undersökte kopplingen mellan risken att nyfödda pojkar drabbas av hypospadi (en åkomma då urinrörets mynning har en onormal placering) och kryptorkism (då testiklarna stannat uppe i ljumskarna) relaterat till kostvanorna hos mödrarna. Studien inkluderade 90 fall och 202 kontroller, alla födda mellan åren 1998-2002. Intervjuer utfördes med mödrarna, och i vissa fall båda föräldrarna, för att inhämta information om bland annat hälsostatus, demografiska och sociala fakta gällande båda föräldrarna. Ytterligare information om mödrarna inhämtades rörande bland annat anamnes, eventuella arbeten under graviditeten och detaljerad information om kostvanor under graviditeten. Data visade att mödrar som åt frukt, köpt på den lokala marknaden, hade en ökad risk att få söner med hypospadi (OR=3,50). Denna koppling fanns inte gällande grönsaker köpta på marknaden. Orsaken till att frukten, köpt på marknaden, ger en högre risk tror författarna är att denna frukt är besprutad med pesticider, till skillnad från den frukt som odlas i trädgården hos dem som åt sin egen frukt. Tidigare undersökningar av pesticidfrekvensen i Italien visade att frukt besprutats betydligt mer än grönsaker. Detta anser artikelförfattarna vara orsaken till att grönsaker, köpta på marknaden, ej i likhet med frukt, gav en ökad risk att drabbas av hypospadi. Ingen koppling kunde göras mellan mödrarnas intag av frukt och grönsaker och risken att drabbas av kryptorkism.

## Diskussion

### Metoddiskussion

Metoden som användes för denna litteraturstudie är en vedertagen metod [15], vilket medför en kvalitetssäkring av datasökning och databearbetning. En nackdel med litteraturstudier är att inga nya forskningsresultat genereras.

Ett stort antal artiklar hittades när sökorden pesticide residue, fruit, vegetables, dietary exposure, risk assessment, och dietary intake angavs i databaserna PubMed och Web of Knowledge. Sökorden health och risk användes endast i PubMed. Dock var en majoritet av artiklarna för sökorden; pesticide residue AND fruit AND vegetables, artiklar som ej överensstämde med mitt syfte utan istället rörde nya analysmetoder för att identifiera och kvantifiera pesticidrester i olika prover. Detta visar att det sker pågående forskning kring de verktyg som kan användas för att upptäcka och mäta hur mycket pesticidrester som finns i våra livsmedel. Det är positivt att mycket sker inom området för att föra forskningen framåt, samtidigt som det visar

att det i nuläget finns mycket oklarheter gällande vilka analyser som är användbara. Olika analysmetoder genomförda i valda artiklar försvårade jämförandet av publicerade resultat.

Kombinationen av angivna sökorden underlättade begränsningen av det stora antalet artiklar som finns kopplade till det valda området. Avsmalningen av träffbilderna gjorde det möjligt att läsa alla titlar och även abstrakt till de artiklarna som var aktuella. En nackdel med användningen av sökordskombinationer är att vissa artiklar kan ha missats, då deras innehåll inte omfattar de specifika sökorden.

En ytterligare databas-sökning av artiklar, rörande hälsorisker kopplat till pesticidexponering, utfördes i augusti. Detta genomfördes då fler artiklar behövde inkluderas i litteraturstudien för att kunna dra trovärdiga slutsatser. En fördelaktig metod hade varit att genomföra alla artikelsökningar i början av uppsats-skrivandet och på så sätt finna artiklar publicerade under exakt samma tidsperiod.

## Resultatdiskussion

### Pesticidförekomst

Det är svårt att hitta tydliga resultat i underlaget till denna litteraturstudie. Några studier har samma frukter och grönsaker som är överrepresenterade i pesticidstatistiken. Detta behöver dock inte bero på att dessa frukter och grönsaker generellt har en större frekvens av pesticidrester, utan det kan bero på vilken analysmetod som använts eller vilka pesticider som valts för identifiering.

Intentionen med denna studie var att jämföra pesticidförekomst i frukt och grönsaker i olika världsdelar. Detta försvårades av att inga artiklar beskrev situationen i Afrika och att en ojämn fördelning återfanns mellan resterande världsdelar. En av orsakerna till denna snedfördelning kan bero på att de ekonomiska resurserna skiljer mycket mellan olika världsdelar, vilket försvårar möjligheten till forskning såväl som till regelbunden kontroll av pesticidrester i frukt och grönsaker i de ekonomiskt svaga länderna.

När riktad artikelsökning genomfördes på några specifika, och i resultaten relativt ofta förekommande, pesticider påträffades endast ett fåtal artiklar vilket omöjliggjorde en grundligare analys och jämförelse. Detta kan vara en indikation på att forskningsunderlaget inom pesticidområdet inte är speciellt omfattande. Med den undersökning av olika analysmetoders effektivitet som pågår, kommer troligtvis kunskaperna kring specifika pesticider att öka såväl som resultat gällande deras förekomst i frukt och grönsaker.

Pesticidförekomsten verkar vara högre i frukter än i grönsaker. En orsak till detta kan vara att många frukter får direktkontakt med pesticider som appliceras under odling, medan många grönsaker växer under jord och därför inte får samma direktkontakt med pesticiderna. En annan orsak skulle kunna vara att frukter och grönsaker erbjuder olika miljö för tillväxt av bland annat mögel och bakterier. Frukt har oftast en högre sockerhalt än grönsaker, som kanske skulle kunna gynna denna tillväxt.

## Pesticidförekomst i mandarin och apelsin

Många olika studier hade relativt stora fynd av pesticidrester i mandariner, vilket visar att det troligtvis sker en omfattande besprutning av mandariner. Att olika pesticider påvisades, visar att det inte finns en standardmodell för vilka pesticider som brukas, utan besprutningen skiljer hos olika odlare. Resultat i två artiklar [20] [22] visade att mandarin vid konsumtion bidrog till exponering för karbamat- och organofosforpesticider, respektive organiska fosforestrar. Dessa fynd understryker att mandarin, i de studier som inkluderats i denna litteraturstudie, är av betydande roll som en av de frukter som bidrar till intag av pesticider.

En belgisk studie [21] visade att konsumenter med ett högt intag av mandariner därmed kunde nå 23% av ADI av pesticiiden imazalil. Det är inte förrän vid exponering på över 100% av ADI som det anses skadligt, men det är ju oklart vad dessa personer intar utöver mandarin. Om andra frukter och grönsaker intas, också dessa med höga värden av den aktuella pesticiiden imazalil, finns det en risk att det accepterade dagliga intaget överskrids och negativa hälsoeffekter uppstår.

Mandarin är en relativt vanlig frukt i Sverige, vilket understryker att pesticidvärden inte bör överskrida rekommenderade värden. Mandarin, tillsammans med apelsin, har troligtvis en topp under jul- och nyårshelgen i Sverige, då de är vanliga som ”tillbehör” till julmaten. Då konsumtionen av dessa frukter troligtvis ökar under denna tid på året, kanske det finns en förhöjd risk (på grund av hög konsumtion) av negativa hälsoeffekter om pesticidvärdena i genomsnitt ligger högt.

Resultaten av pesticidfrekvensen i apelsin i de olika studierna skiljer sig nämnvärt; mellan 4,5 och 87,1%. Detta skulle bland annat kunna bero på stor en differens i antal prover som analyseras, att olika pesticider eftersökts och även nationella skillnader i pesticidförekomst. Av Livsmedelsverkets [12] 67 apelsinprover innehöll 76% pesticidrester, vilket skulle kunna ge en viss antydning på hur den generella frekvensen av pesticider är på apelsiner här i Sverige.

Trots en viss differens i resultaten av pesticidförekomst i artiklarna, visar det ändå att apelsin är en frukt som besprutas relativt kraftigt. Jensen et al. [22] fann att akut exponering ger 31% av ARfD hos barn. Detta visar, tillsammans med tidigare resultat, att barn är en känslig konsumentgrupp när det gäller exponering för pesticider via intag. Det är därför av stor vikt att pesticidhalten inte ökar betydligt då det föreligger relativt små marginaler för att kunna fortsätta hålla en god säkerhet.

Då en studie [24] på sin risklista rankade apelsin på både tredje och sjunde plats av frukt/grönsaker med specifika pesticidkombinationer, visar det tillsammans med övriga resultat att pesticidkontrollen hos apelsin är av yttersta vikt. Ett antal olika pesticider har identifierats hos apelsin i inkluderade studier, vilket i likhet med mandarin, visar på bred användning av olika bekämpningsmedel i den odling som praktiseras. En önskan inför framtidens odling av apelsiner skulle kanske vara en mer homogen besprutning med pesticider som är relativt hälsosäkra, alternativt besprutning i kvantiteter som ej genererar denna riskbild.

## Pesticidförekomst i sallad

Pesticidförekomsten hos sallad i valda artiklar låg i intervallet 5,6% till 23,3%. Det är troligt att den generella pesticidförekomsten i sallad, konsumerad i Sverige, har frekvenser i den lägre delen av intervallet. Den artikeln med pesticidförekomster i den högre delen av intervallet har analyserat relativt få prover. En brasiliansk studie [17] hade en pesticidförekomst på 23,3%. Enligt artikelns introduktion, är Brasilien på åttonde plats i världen gällande pesticidkonsumtion, vilket kan förklara den relativt höga förekomsten. I studien analyserades 30 prover. Hade fler prover utförts är det mycket möjligt att andelen prover med pesticider hade sjunkit. I den omfattande provtagningen av 22566 salladsprover, utförd av Berger et al. [19], upptäcktes pesticider i endast 7,27% av proverna.

I en studie [24] innehöll 11,8% av proverna för höga pesticidvärden. Det bör dock anmärkas att antalet prover endast var 17. och av dessa var det 2 prover som gav detta höga procentantal. Troligtvis hade utslaget blivit lägre om fler prover analyserats.

I två studier påträffades pesticider som inte är tillåtna att applicera på sallad. Low et al. [24] fann heptaklor i två prover. Då ett litet antal prover analyserades i studien, är det svårt att dra några slutsatser huruvida dessa fynd beror på kontaminering eller illegal användning av pesticiden. Att 16,7% av proverna i den brasilianska studien [17] innehöll otillåtna pesticider kan förklaras av att Brasilien utför en mycket omfattande besprutning av sina odlingar. Artikelförfattarna nämner dessutom att landet har ett relativt litet antal pesticider för grönsaker registrerade, vilket resulterar i att MRL-värden saknas för dessa. När pesticider utan givna MRL-värden påträffas klassas därför dessa som otillåtna.

## Pesticidförekomst i äpple

Det fanns en betydande variation gällande pesticidförekomsten i äpplen, med värden från 2,8% till 51,1%. Den relativt låga pesticidförekomsten i studien av Berger et al. [19] är av stor betydelse då 23247 prover analyserats, medan Livsmedelsverkets [12] resultat endast baseras på 135 prover. Vid överskridande av MRL fanns det en spridning från 0% till 5,9% (8 av Livsmedelsverkets 135 prov) i inkluderade studier. I en av Berger et al. [20] studie som innehöll 23 247 prover påträffades halter över MRL i endast 0,14% av proverna. Dessa resultat visar, trots en viss spridning, att förekomsten av pesticider i äpplen överskridande satta MRL-värdena är relativt låg. Vid Livsmedelsverkets beräkning av exponeringen för pesticider vid ett tillfälle överskreds den akuta referensdosen (ARfD) för barn av tre olika pesticider. För två pesticider var dosen mer än dubbelt så stor som det accepterade värdet, vilket kanske skulle kunna medföra negativa konsekvenser på hälsan. För vuxna skedde inga överträdelser av ARfD. Barn hade genom sitt intag lättare att nå gränsvärdena. Detta beror på att barn äter mer i förhållande till sin vikt och därför lättare når kritiska nivåer av pesticidhalter.

## Pesticidförekomst i potatis

När det gäller pesticidförekomsten i potatis kan studierna delas in i två grupper; en grupp som har hög och en grupp med relativt låg pesticidfrekvens. Artiklar i den grupp där pesticidfrekvensen är hög har fokuserat på ett antal enskilda pesticider, bland annat klorpropham. Som Low et al. [24] nämner, är anledningen till att klorpropham i potatis rankas högt vid riskbedömning dess måttliga toxicitet kombinerat med det betydande intag av potatis som medel-

konsumenten har. Det faktum att potatis är en basvara betyder att även måttlig besprutning kan medföra en risk, om konsumtionen är hög. Därför är det av stor vikt att pesticidhalterna är relativt låga i potatis och att pesticider med hög toxicitet ej används. I den grupp av artiklar där pesticidfrekvensen i potatis var relativt låg fanns bland annat en studie [19] där endast 0,20% av potatisproverna hade pesticidrester. Det är svårt att hitta någon förklaring till denna låga pesticidfrekvens. Det är möjligt att ett stort antal prover innehöll pesticidmängder som låg under LOQ och därför inte detekterades, vilka skulle ha kunnat upptäckas om ½ LOQ tillämpats. Men även Livsmedelsverkets rapport [12] visade på låga pesticidhalter i potatis, vilket visar att resultat kan skifta betydligt mellan olika studier.

## **Pesticidanvändningen i olika länder**

Ett antal av de artiklar som inkluderades i denna studie jämförde förekomsten av pesticidrester i frukter och grönsaker odlade inom landet kontra importerade från andra länder. Rapporten från Livsmedelsverket [12] visade att högst förekomst av pesticider återfanns i frukter och grönsaker odlade utanför EU (9,5%), näst högst i EU-producerade frukter och grönsaker (2,1%) och lägst i frukter och grönsaker odlade i Sverige (0,5%). Poulsen et al. [19] gjorde liknande fynd, då 0,3% av fruktproverna från Danmark hade pesticidrester över MRL-gränserna medan 7 % av importerad frukt (gällande de sorter som också odlas i Danmark) hade pesticidvärden överskridande MRL-värdena. För grönsaker hade 1% av grönsakerna odlade i Danmark pesticidhalter som låg över MRL-värdena, medan 3% av de importerade grönsakerna (gällande de sorter som också odlas i Danmark) hade pesticidvärden över satta MRL-gränser.

En viss försiktighet krävs när det gäller att dra säkra slutsatser gällande skillnaden av pesticidanvändning i olika länder. Dock verkar det som att frukter och grönsaker i länder utanför EU, och framförallt utvecklingsländer, besprutas mer med pesticider. Gebara et al. [17] undersökte pesticidfrekvensen bland frukter och grönsaker köpta i Sao Paulo, Brasilien, och fann en högre andel prov med pesticidrester överskridande MRL-värden jämfört med ett antal andra studier. Artikelförfattarna påpekade att antalet registrerade MRL-värden för specifika frukter och grönsaker varierar i olika länder och att Brasilien inte har MRL-värden för ett antal grödor. Då antalet auktoriserade pesticider i Brasilien ansågs som låg, leder detta till att bönderna tvingas använda pesticider som kanske ej är lämpliga mot det aktuella angreppet. Dinham [28] konstaterar att många odlare i utvecklingsländer har problem med pesticidanvändningen. Detta beror på att många odlare har en undermålig kunskap om pesticidanvändning, vilket bland annat leder till att dålig (eller ingen) skyddsutrustning används, att appliceringen av pesticider sker för ofta och för nära inpå skörd och att för stort antal olika pesticider appliceras samtidigt. Även om odlarna har goda kunskaper om pesticider, finns det ändå stora svårigheter då ett flertal pesticidförpackningar inte anger innehållet och dessutom har undermåliga instruktionstexter. I många utvecklingsländer finns det inte heller några laboratorier som regelbundet testar pesticidförekomsten i grödorna. I ett flertal utvecklingsländer finns det ett stort antal gamla och mycket toxiska pesticider som säljes billigt till odlarna. Dessa pesticider används inte i i-länderna, vilket innebär att pesticiderna inte har några registrerade MRL-värden i dessa länder. Om frukt och grönsaker som ska importeras till Europa innehåller dessa pesticider, förbjuds därför importen av grödorna. Träning och utbildning pågår i ett flertal utvecklingsländer för att ge odlarna den kunskap som behövs för att kunna sänka pesticidfrekvensen och öka säkerheten för såväl odlare som konsumenter.

## Rapid Alert System for Food and Feed, RASFF

Då livsmedel som frukt och grönsaker är viktiga import- och exportvaror är pesticidfrequens något som inte endast rör ett land. Därför finns det ett upprättat internationellt system, ”Rapid Alert System for Food and Feed” (RASFF), som samordnar information. Om ohälsosamt höga pesticidhalter upptäcks i ett livsmedel i ett land, kontaktas Europakommissionen genom RASFF. Informationen sprids så vidare och förhindrar att konsumenter i övriga länder intar farligt höga halter av den specifika pestiden [28]. En stor fördel med detta system är att länder med mindre frekventa provtagningar ändå kan ta del av viktiga resultat från länder som har en större ”provtagningsapparat”. Antalet larm som Livsmedelsverket har skickat vidare till RASFF under de senaste åren har varierat; 1 (år 2002), 3 (år 2004), 2 (2006) och 7 (år 2007). År 2007 skickades flest alarm, men det är ändå svårt att säga om det finns en trend med ökande frekvenser, eller om det året var ett undantag. Skulle kommande årsrapporter visa ett ökande antal alarm är detta ett mycket viktigt fynd. Det skulle innebära en ökad risk för konsumenterna, då marknaden tillhandahåller ett större antal frukter och grönsaker med hälsofarligt höga nivåer av pesticider.

## “Processpåverkan”

Frukt och grönsaker är inte uniforma till utseende och användning som livsmedel. Exempel på skillnader är huruvida frukterna/grönsakerna konsumeras hela, skalas eller kokas innan intag. Dessa skillnader påverkar halten av eventuella pesticider som intas och är därför av betydelse vid beräkning av pesticidförekomst i vår föda. Då studier utreder pesticidförekomsten verkar det inte finnas några gemensamma riktlinjer eller standarder att tillgå till hur man ska förhålla sig till processpåverkan. Gällande de artiklar som inkluderats i denna litteraturstudie, har några studier tagit hänsyn till dessa faktorer medan majoriteten av studierna bortsett från detta. Livsmedelsverket [12] använder vid beräkning av intag under kort tid, en faktor (då data finns) för att korrigera pesticidvärdet hos frukter och grönsaker som vanligtvis kokas eller skalas. I en studie [20] tas även hänsyn till processpåverkan; tvätt, skalning, kokning, torkning och konservering. Varje process har i studien ett angivet nominellt värde som visar hur mycket processen påverkar pesticidförekomsten. Jensen et al. [22] använder ett liknande system i sin studie, baserat på beräkningar av processpåverkan av Boon et al. [20]. Pesticidförekomsten hos apelsin, mandarin, äpple, sallad och potatis är beroende av processpåverkan. Jämförelsen av pesticider i till exempel potatis i denna studie kan halta, då någon studie tar hänsyn till en reduktion av pesticider på grund av kokning medan en annan studie bortser från denna faktor. Studier med olika förhållningssätt till processpåverkan försvårar alltså jämförelsen av resultat. Utvecklande av gemensamma riktlinjer och ett arbete med att dessa tillämpas är definitivt en viktig fråga som bör prioriteras i framtiden.

## Hälsospekter

De artiklar som inkluderats i denna litteraturstudie visar på olika resultat gällande pesticiders effekter på människan genom intag av frukt och grönsaker. Fyra artiklar sammanfattar risken för konsumenterna av för höga intag av pesticider som ej betydande. Livsmedelsverkets rapport [12] tillhör denna grupp, även om fynd av pesticider som vida översteg ARfD påträffades i kinesisk broccoli. Men då Livsmedelsverket år 2007 tog 1119 prover på frukter och grönsaker, är detta fynd av ometoat en ytterst liten del av den totala provmängden. Man kan dock

fråga sig hur barn, som skulle inta 64 gånger den akuta referensdosen för ometoat, skulle påverkas hälsomässigt av att konsumera denna broccoli. Även vuxna skulle få ett högt intag av ometoat, 40 gånger referensdosen. Ett hot mot konsumenternas hälsa måste ändå vara att fyra studier fann pesticider i frukt och grönsaker som ej var tillåtna. Då åtminstone en av dessa pesticider bedöms inneha en hög toxicitet, är dessa fynd något som är av stor betydelse. Om pesticider är mycket toxiska behöver man en mindre mängd innan intaget ger en negativ hälsoeffekt hos konsumenten, vilket innebär att säkerhetsmarginalerna är mindre än för pesticider med lägre toxicitet. Några av de icke tillåtna pesticiderna tros härstamma från kontaminering via miljön (lagringsmiljön eller jorden), vilket innebär att grödorna inte besprutats med dessa otillåtna pesticider. Vid kontaminering via lagringsmiljön behövs en bättre handlingsplan för hur frukterna och grönsakerna ska hanteras för att minska risken av kontaminering. Då otillåtna pesticider finns i jorden är det svårare att minska kontamineringen. Men då tid passerar borde pesticiderna brytas ner i jorden, vilket leder till reducerade kvantiteter av dessa ämnen. Fynden av dessa otillåtna pesticider understryker hur viktigt det är med en löpande kontroll av pesticider hos frukter och grönsaker, då en marknad med otillåtna pesticider annars skulle kunna blomstra.

Mills et al. har utfört två studier [25] [26] då exponering för specifika pesticider hos arbetare inom frukt- och grönsaksindustrin kopplats till risken för att drabbas av olika sorters cancer. Det fanns en ökad risk att drabbas av leukemi, cancer kopplat till lymf- och blodsystemet, non-Hodgkins lymphoma och magcancer vid exponering för specifika pesticider. Arbetarnas exponering för dessa pesticider är ju självklart betydligt högre än för konsumenten, vilket därför inte behöver betyda att konsumenterna säkert riskerar att drabbas av dessa åkommor. Men dels visar dessa fynd tydligt att pesticider inte är så ofarliga som det kanske ibland framställs och dels är detta en mycket viktig fråga ur synvinkeln arbetsmiljö och de odlingsystem som idag tillämpas vid produktionen av frukt och grönsaker.

I en italiensk studie [27] upptäcktes en tydlig koppling mellan mödrar som köpt sina frukter på den lokala marknaden och söner som drabbats av hypospadias (OR=3,50), vilket ansågs förklaras i att denna frukt var besprutad (till skillnad från den frukt som odlades i den egna trädgården). Resultaten från inkluderade artiklar i denna litteraturstudie visar att det ofta är en högre pesticidfrequens hos frukter jämfört med grönsaker. Detta anger även artikelförfattarna som förklaringsmodell till varför grönsaker köpta på marknaden inte gav utslag på en överrepresentation av söner födda med hypospadias, som frukter gjorde. I framtida studier skulle det vara intressant att jämföra frekvensen av hypospadias i Italien jämfört med andra länder och koppla resultaten till pesticidfrequensen i respektive länder.

Genom kosten sker oftast en exponering för en kombination av olika pesticider, då pesticider finns i ett antal olika livsmedel och då även ett livsmedel kan innehålla ett flertal pesticider. Ur toxikologisk synpunkt är det därför intressant att veta hur dessa pesticider samverkar i kroppen. Studier som fokuserar på överträdelser av MRL-värdet för enskilda pesticider, kanske ej finner några hälsofaror relaterat till intaget, medan den eventuella risken om pesticiders samverkan i kroppen, även vid låga nivåer, bortses ifrån. I sökningen av artiklar till denna litteraturstudie, återfanns ej många studier där olika pesticiders samverkan i kroppen undersöks. En av orsakerna till detta kan vara metodologiska svårigheter [30]. "European Food Safety Authority", EFSA, lät 2008 en vetenskaplig panel utvärdera bland annat metodologin för beräkning av den kumulativa risken av pesticider i olika grödor. Efter att ha studerat olika sätt för pesticider att interagera; dos-addering, respons-addering eller interaktion, valdes att lägga fokus på dos-addering. EFSA:s panel nämnde att det gjorts sex studier inom området för kumulativ riskbedömning. Man fann dock att alla ej var lika utförligt genomförda och att vissa

ämnen som inkluderats i studierna från början, sedan fick exkluderas på grund av hänsyn till exponeringen för dessa. EFSA:s panel gav specifika råd i utförandet av kommande studier, men nämnde också att bearbetning av förslag på metod gällande grupper av olika pesticider pågår. De råd som EFSA:s panel framför är publicerade relativt nyligen och, tillsammans med det faktum att endast ett fåtal studier genomförts inom detta område, visar att det finns mycket kvar att studera och lära om pesticiders samverkan i kroppen [31].

I Livsmedelsverkets rapport [12] och även i en artikel [20] beskrevs det risk för att den akuta referensdosen överskreds för barn. Som Jensen et al. [22] påpekar, intar barn en större kvantitet livsmedel i förhållande till sin kroppsvikt jämfört med fullvuxna människor. Detta medför en ökad känslighet hos barn för icke önskvärda substanser i livsmedel, som till exempel pesticider. Det bör även poängteras att barns diet oftast skiljer sig från vuxnas [22], vilket ytterligare försvårar överförandet av resultat baserade på vuxna individer att även gälla barn. Man skulle dessutom kunna tänka sig att effektiviteten av absorptionen i mag- och tarmsystemet skiljer mellan barn och vuxna. Alla dessa komponenter medför en differentierad riskbild för pesticider hos barn respektive vuxna.

När det gäller utredning av barns exponering för pesticider såväl som den hälsoeffekt som dessa har, finns det idag många aspekter som behöver utvärderas och utvecklas. Fenske et al. [32] tar i sin review-artikel upp ett antal olika metoder för att undersöka exponeringen av pesticider hos barn. Man fann att det är svårigheter att endast genom frågeformulär kunna fastställa den reella exponeringen. I en undersökning var det endast 39 % av de pesticider som användes i hemmet under graviditetstiden som kunde namnges av kvinnorna. En annan svårighet är det faktum att många pesticider kan namnges lika, men ändå innehålla varierande aktiva substanser. Artikelförfattarna föreslog därför användning av frågeformulär kombinerat med provtagning på till exempel olika biomarkörer. Studier har genomförts då man tagit miljöprover, bland annat damm- och luftprover, för att utreda förekomsten av pesticider i den omgivande miljön. Det är dock oklart hur pass fullvärdiga dessa resultat kan anses vara. Den bästa metoden för att studera barns exponering för pesticider anses vara att använda biologiska markörer. Det finns dock vissa svårigheter kring användandet av biologiska markörer. En aspekt är att det kan vara svårt att rent praktiskt samla in till exempel urin och saliv från små barn. En annan aspekt är oklarheterna kring analyser av pesticidernas degraderingsprodukter i urinen, då olika pesticider har olika nedbrytningsmönster. Det kan finnas svårigheter att koppla ihop substanserna i urinen med de ursprungliga pesticiderna. Ett alternativ till urinprover kan vara att undersöka förekomsten av pesticider i blodet, där intakta pesticider kan registreras. Men blodprover innehåller mängder som är 1000 gånger mindre än det som kan registreras i urinen. Detta ställer höga krav på den analysutrustning som används och kostnaderna för utförda analyser blir betydligt högre. Olika praktiska svårigheter kopplat till användning av biomarkörer leder till att Fenske et al. [32] anser att en kombination av frågeformulär, miljöprover och biologiska markörer skulle ge mest tillförlitliga resultat.

Påpekandet av Fenske et al. [32] om svårigheterna kring att genom urinprov utreda exponeringen för pesticider, är något som även andra forskare diskuterat. Curl et al. [33] genomförde en studie där man mätte halten av dialkylfosfatprodukter (DAP) i urinen hos barn mellan 2 och 5 år. Halten av DAP kopplades sedan till om barnet haft en konventionell eller ekologisk diet. Artikelförfattarna fann att halten av ej toxiskt DAP var högre hos de barn som haft en diet bestående av konventionellt odlade livsmedel. Krieger et al. [34] kommenterade denna studie och kritiserade dragna slutsatser. De ansåg att det finns svårigheter att dra slutsatser om pesticidexponeringen från funna DAP i urinen. Detta beror på att DAPs i urinen både härstammar från nedbruten organofosfat i växter, men också från organofosfat-metaboliter med



humant ursprung. Diskussionen om analysmetoden och hur data ska tolkas, visar på oklarheterna som idag råder inom detta område. Ett antal analysmetoder finns att tillgå, men det verkar ej vara klarlagt hur resultaten ska läsas och tolkas.

## Ekologisk odling

Ekologisk odling är ett fenomen som vuxit på senare år. I KRAVs marknadsrapport 2009 [35], som inkluderar ett antal olika undersökningar, finns det siffror som visar att Sverige ligger på tredje plats, globalt sett, bland de länder som spenderar mest pengar på ekologisk mat per capita. Den ekologiska odlingen har också en politisk dimension. Regeringen i Sverige har satt upp som mål att till år 2010 ska andelen av odlingen som är ekologiskt certifierad öka så att den utgör minst 20% av odlingsmarken. En av de mest kända märkningarna för ekologiska produkter är KRAV. I en undersökning var KRAV-märket känt av 98% av de tillfrågade [35]. En av KRAVs, och den ekologiska odlingens, signum är att utföra odling utan besprutning av kemiska växtskyddsmedel. Den ökade efterfrågan av livsmedel som ej är besprutade med pesticider har flera effekter. Många av Sveriges odlare, har eller planerar, att omvandla sin konventionella odling till ekologisk odling. För vissa grödor fungerar skiftet tillfredsställande, för till exempel sallad har odlingsmarken under ett år ökat med nästan 300% [36]. För andra grödor kan det finnas svårigheter att erhålla en tillfredsställande skörd utan tillsatser av besprutningsmedel. Då konsumenterna efterfrågar ekologiskt producerade livsmedel kan detta bidra till en ökad import av ekologiska livsmedel. Nilssons rapport [40], om ekologisk odling av grönsaker, frukt och bär, hänvisar till KRAVs siffror som visar att 45% av de ekologiskt certifierade grönsaker som såldes år 2004 var importerade. Av försäljningen av ekologiskt certifierad frukt och bär var 89% importerat. Detta innebar en ökning med 5% av importerade grönsaker från 2003. En annan aspekt kopplat till den ekologiska odlingen är att de livsmedel som odlats ekologiskt behöver inte vara fria från pesticider. Detta nämner Cohen [36] i en review-artikel om pesticiders påverkan på hälsan. De ekologiska grödorna kan kontamineras med pesticider från jorden, regnvattnet eller från konventionellt odlade grödor via spridning i luften. Livsmedelsverkets rapport [12] visar att 1 av 26 prover på ekologiska grödor innehöll pesticidrester, dock ej i nivåer över MRL. I en dansk studie [18] påträffades pesticidrester i 6 av 216 prover, vilket förklarades som kontaminerat av miljön. Det kan dock konstateras att ekologiska frukter och grönsaker innehåller lägre halter av pesticidrester. Med oron kring för höga intag av pesticider och deras påverkan på vår hälsa, är konsumtion av ekologiskt odlade frukter och grönsaker ett sätt att minska den totala nivån av pesticidintaget via våra livsmedel. Dock bör noteras att ekologisk odling inte automatiskt innebär en större livsmedelssäkerhet, då till exempel växttoxiner, naturligt förekommande toxiner och patogena mikroorganismer även finns i ekologiskt odlade grödor. På grund av svårigheten att hitta tillförlitliga analysmetoder, har det inte gjorts många jämförande studier på halten av naturligt förekommande gifter i ekologiska grödor respektive grödor odlade konventionellt. Ekologiska grödor kan dock lättare drabbas av stress på grund av exempelvis insekter, fåglar och svamp, vilket leder till ett bildande av växttoxiner. Då växtsorter som står emot skadedjur gynnats inom den ekologiska odlingen finns det även en möjlighet att dessa sorter har högre nivåer av naturligt förekommande toxiner. En annan faktor som gör ekologiska grödor mindre säkra än konventionellt odlade skulle kunna vara att de eventuellt har högre halter av mikrobiella patogener. Dessa härstammar från kontaminering av gödsel och olika växtpredatorer [38]. Ekologiska grödor marknadsförs ofta som säkrare livsmedel, och gällande pesticidfrequensen stämmer oftast detta, men det finns alltså fler aspekter som bör vägas in och dessa bortses det ofta ifrån.

## Framtiden

Vid fortsatt användning av pesticider för att upprätthålla hög kvalitet på frukt och grönsaker, kan det vara intressant att fortsätta studera hur man ska minska pesticidförekomsten i de färdiga livsmedlen som är redo att konsumeras. En japansk studie [39] har funnit ett sätt av avlägsna en stor del av pesticiderna tetradifion och chlorothalonil genom att använda kli från risproduktion. Pesticiderna applicerades med micropipett på gurka och aubergine och efter 30 minuter placerades grönsakerna i en blandning med riskli. Efter olika tidsintervaller avlägsnades riskliet och pesticiderna extraherades ur grönsakerna. Resultaten visade att efter 5 minuters applicering av riskli på gurka och aubergine, hade halten av chlorothalonil minskat med 95%. Tetradifonhalten i gurka och aubergine minskade med 80% efter 8 minuters applicering med riskli. Försöket genomfördes även med sferosomer, som finns i växter och svamp, då misstankar finns om att sferosomer har en central roll i riskliets absorption av pesticider. Att endast använda sferosomer för reduceringen av pesticider, visade ha liknande effekt som att använda riskli. Detta konfirmerade sferosomernas centrala roll i riskliet. Då riskli är en bi-produkt som bildas då polerat vitt ris framställs, skulle tillämpningen av denna metod inte kosta mycket gällande materialkostnad. Metoden behöver troligtvis förfinas för att kunna användas i större produktion, men kan kanske komma till användning i framtiden då den vidareutvecklats.

## Konklusion

Ett högt intag av frukt och grönsaker minskar risken för ett flertal sjukdomar och även Livsmedelsverket vill att konsumtion av dessa grödor ökas i Sverige. Förekomsten av pesticidrester i frukt och grönsaker skiljer sig mycket mellan inkluderade studier. Resultaten visar dock att konsumtionen av frukt och grönsaker kan ses som relativt säker gällande aspekten pesticidrester. Vid jämförelse av pesticidhalten i grödor odlade i Sverige jämfört med importerade grödor, innehåller de svenska grödorna betydligt lägre halter av pesticidrester. Hög exponering för pesticider har en tydlig negativ effekt på hälsan, något som visats hos odlare inom frukt- och grönsaksnäringen. Risken vid intag av pesticider är kopplat till huruvida de satta gränsvärdena överskrids eller ej. Riskgrupper gällande för högt intag är personer med en låg kroppsvikt i förhållande till sin konsumtion, exempelvis barn, och personer med ett ovanligt högt intag av frukt och grönsaker, så som vegetarianer.

Sammanfattningsvis kan dock sägas att eventuell oro för hälsoeffekter vid konsumtion av pesticidrester i samband med intag och frukt och grönsaker, ej bör påverka konsumtionen av dessa grödor.

## Referenser

1. Jordbruksverkets statistikrapport 2009:5. Tillgänglig på Internet: [http://www.sjv.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Livsmedel/Statistikrapport2009\\_5/20095\\_ikortadrag.htm](http://www.sjv.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Livsmedel/Statistikrapport2009_5/20095_ikortadrag.htm) [Hämtad 20090620]
2. Kostvanor och näringsintag i Sverige, Riksmaten 1997-98. Tillgänglig på Internet: <http://www.slv.se/upload/dokument/rapporter/kostundersokningar/riksmat.pdf> [Hämtad 20090623]
3. Joshipura KJ, Ascherio A, Manson JAE, Stampfer MJ, Rimm EB, Speizer FE, Hennekens CH, Spiegelman D, Willett WC. 1999. Fruit and vegetable intake in relation to risk of ischemic stroke. *American Medical Association*, 282, 13.
4. Heidemann C, Schulze MB, Franco OH, van Dam RM, Mantzoros CS, Hu FB. 2008. Dietary patterns and risk of mortality from cardiovascular disease, cancer, and all causes in a prospective cohort of women. *Journal of the American Heart Association*, 118, 230-237.
5. Duijnhoven FJB et al. 2009. Fruit, vegetables, and colorectal cancer risk: the european prospective investigation into cancer and nutrition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 89, 1441-52.
6. U.S. Environmental Protection Agency. Tillgänglig på <http://www.epa.gov/pesticides/about/index.htm> (20090820)
7. Belitz HD, Grosch W. 1999. Food Chemistry. Springer-Verlag. Berlin.
8. Livsmedelsverket. Tillgänglig på Internet: <http://www.slv.se/sv/grupp1/Risker-medmat/Kemiska-amnen/Bekampningsmedel/> [Hämtad 20090712]
9. Hamilton D, Ambrus A, Dieterle R, Felsot A, Harris C, Petersen B, Racke K, Wong S\_S, Gonzalez R, Tanaka K, Earl M, Roberts G, Bhula R. 2004. Pesticide residues in food- acute dietary exposure. *Pest Management Science*, 60, 311-339.
10. Thompson AK. 2003. Fruit and vegetables: harvesting, handling and storage. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
11. Chakraverty A, Mujumdar AS., Raghavan G SV, Ramaswamy HS. 2003. Handbook of postharvest technology. Marcel Dekker, Inc, New York.
12. Andersson A, Broman F, Jansson A. 2008. The Swedish monitoring of pesticide residues in food of plant origin: 2007. Livsmedelsverkets rapport nr 5
13. Andersson A, Jansson G, Jansson A. 2008. The Swedish monitoring of pesticide residues in food of plant origin: 2006. Livsmedelsverkets rapport nr 4
14. Sveriges television. Tillgänglig på Internet: [http://mobil.svt.se/2.22620/1.1576170/giftiga\\_applen\\_stoppas?lid=senasteNytt\\_275216&lpos=rubrik\\_1576170](http://mobil.svt.se/2.22620/1.1576170/giftiga_applen_stoppas?lid=senasteNytt_275216&lpos=rubrik_1576170) [Hämtad 20090529]
15. Forsberg C, Wengström Y. 2008. Att göra systematiska litteraturstudier. Natur och Kultur, Stockholm.
16. Knezevic Z, Serdar M. 2009. Screening of fresh fruit and vegetables for pesticide residues on Croatian Market. *Food Control*, 20, 419-422.
17. Gebara AB, Ciscato CHP, Ferreira MS, Monteiro SH. 2005. Pesticide residues in vegetables and fruits monitored in Sao Paulo City, Brazil, 1994-2001. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 75, 163-169.
18. Poulsen ME, Andersen JH. 2003. Results from the monitoring of pesticide residues in fruit and vegetables on the Danish market, 2000-01. *Food Additives and Contaminants*, 20, 8, 742-757.
19. Berger B, von Holst C. 2001. Pesticide residue in products of plant origin in the European Union. *Environmental Science & Pollution Research*, 8 (2), 109-112.

20. Boon PE, Van der Voet H, Van Raaij MTM, Van Klaveren JD. 2008. Cumulative risk assessment of the exposure to organophosphorus and carbamate insecticides in the Dutch diet. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 3090-3098.
21. Claeys WL, De Voghel S, Schmit JF, Vromman V, Pussemier L. 2007. Exposure assessment of the Belgian population to pesticide residues through fruit and vegetable consumption. *Food Additives and Contaminants*, 25, 7.
22. Jensen AF, Petersen A, Granby K. 2003. Cumulative risk assessment of the intake of organophosphorus and carbamate pesticides in the Danish diet. *Food Additives and Contaminants*, 20, 8, 776-785.
23. Iwasaki M, Sato I, Jin Y, Saito N, Tsuda S. 2007. Problems of positive list system revealed by survey of pesticide residue in food. *Journal of Toxicological Sciences*, 32, 2, 179-184.
24. Low F, Lin HM, Gerrard JA, Cressey PJ, Shaw IC. 2004. Ranking the risk of pesticide dietary intake. *Pest Management Science*, 60, 842-848.
25. Mills PK, Yang R, Riordan D. 2005. Lymphohematopoietic cancers in the United Farm Workers of America (UFW), 1988-2001. *Cancer Causes and Control*, 16, 823-830.
26. Mills PK, Yang RC. 2007. Agricultural exposures and gastric cancer risk in Hispanic farm workers in California. *Environmental research*, 104, 282-289.
27. Giordano F, Carbone P, Nori F, Mantovani A, Taruscio D, Figà-Talamanca I. 2008. Maternal diet and the risk of hypospadias and cryptorchidism in the offspring. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, 22, 249-260.
28. Dinham B. 2003. Growing vegetables in developing countries for local urban populations and export markets: problems confronting small-scale producers. *Pest Management Science*, 59, 575-582.
29. Rapid Alert System for Food and Feed. Tillgänglig på Internet: [http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/index_en.htm). [Hämtad 20090720]
30. Boobis AR, Ossendorp BC, Banasiak U, Hamey PY, Sebestyen I, Moretto A. 2008. Cumulative risk assessment of pesticide residues in food. *Toxicology Letters*, 180, 137-150.
31. European Food Safety Authority. Tillgänglig på Internet: [http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/Scientific\\_Opinion/ppr\\_op\\_ej704\\_cumulative\\_summary\\_en.pdf?ssbinary=true](http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/Scientific_Opinion/ppr_op_ej704_cumulative_summary_en.pdf?ssbinary=true). [Hämtad 20090712]
32. Fenske RA, Bradman A, Whyatt RM, Wolff MS, Barr DB. 2005. Lessons learned for the assessment of children's pesticide exposure: critical sampling and analytical issues for future studies. *Environmental Health Perspectives*, 113, 10.
33. Curl CL, Fenske RA, Elgethun K. 2003. Organophosphorus pesticide exposure of urban and suburban preschool children with organic and conventional diets. *Environmental Health Perspective*, 111, 3.
34. Krieger RI, Dinoff TM, Williams RL, Zhang X. 2003. Preformed biomarkers in produce inflate human organophosphate exposure assessment. *Environmental Health Perspectives*, 111, 13.
35. KRAVs marknadsrapport 09. Tillgänglig på Internet: <http://arkiv.krav.se/arkiv/marknadsrapport2009/marknadsrapport.pdf>. [Hämtad 20090812]
36. Jordbruksstatistik årsbok 2009. Tillgänglig på Internet: [http://www.scb.se/statistik/\\_publikationer/JO1901\\_2008A01\\_BR\\_16\\_JO01BR0901.pdf](http://www.scb.se/statistik/_publikationer/JO1901_2008A01_BR_16_JO01BR0901.pdf). [Hämtad 20090602]
37. Cohen M. 2007. Environmental toxins and health, the health impact of pesticides. *Australian Family Physician*. 36, 12.
38. Magkos F, Arvaniti F, Zampelas A. 2006. Organic food: buying more safety or just peace of mind? A critical review of the literature. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46, 23-56.

I denna serie publiceras större enskilda arbeten motsvarande 15-30 hp vid Institutionen för Livsmedelsvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet.