

Riskprofil

Mögel och mykotoxiner i livsmedel

av Elisabeth Fredlund, Lilianne Abramsson Zetterberg, Anna-Maria Thim och Monica Olsen

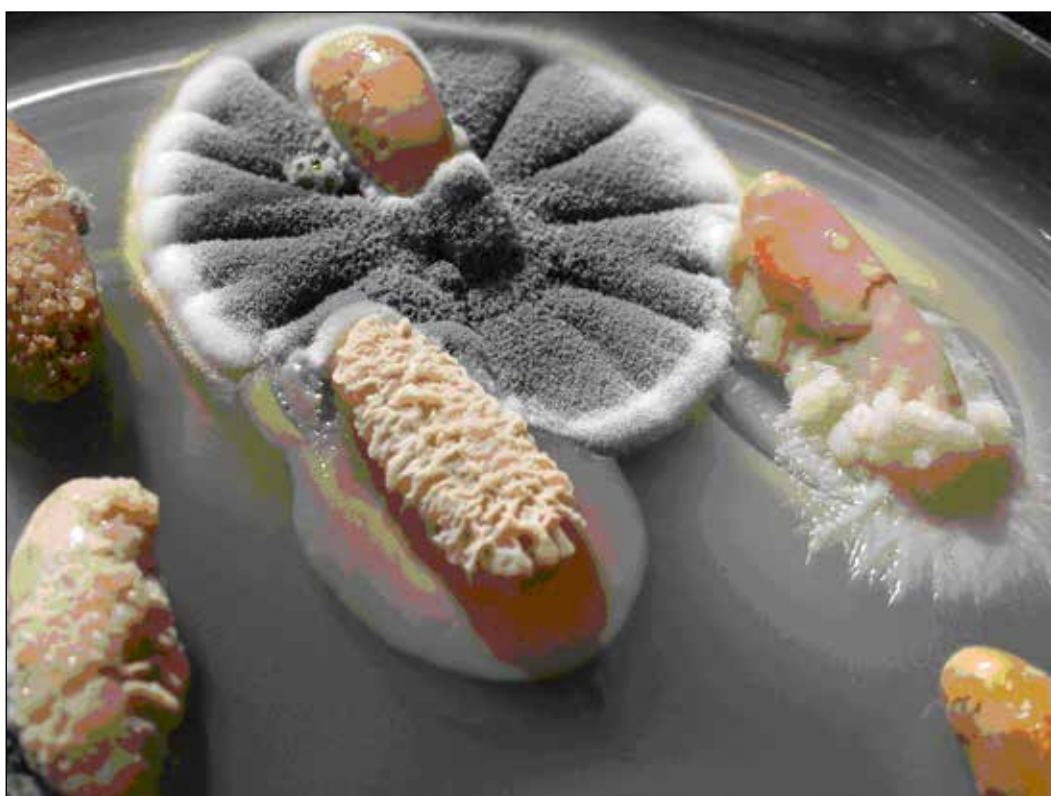


Foto: Flemming Lund, Mögelinfekterade bönor



**LIVSMEDELS
VERKET**

NATIONAL FOOD
ADMINISTRATION, Sweden

NOTA BENE

Sedan 2009 då Riskprofilen för mögel och mykotoxiner först gavs ut har halter och konsumtionsmönster delvis ändrats och ny toxikologisk information har tagits fram vilket har lett till att vissa referensvärden som TDI (tolerabelt dagligt intag) och ARfD (akut referensdos) har justerats sedan 2009. Beräkningarna i exponeringsuppskattningar och intagsberäkningar som presenteras i rapporten baseras på haltdata och konsumtionsdata som inte är uppdaterade i enlighet med nuvarande förutsättningar. Sammantaget gör detta att resultaten från exponeringsuppskattningar och intagsberäkningar inte nödvändigtvis speglar den aktuella situationen. Resultaten bör därför användas med försiktighet.

Projektgrupp

Mikrobiologiska enheten

Elisabeth Fredlund, mikrobiolog

Monica Olsen, biolog

Kemiska enheten 2

Anna Maria Thim, kemist

Tord Möller, kemist

Toxikologiska enheten

Lilianne Abramsson Zetterberg, toxikolog

Ali Reza Nadjimi, examensarbetare, handledd av Lilianne Abramsson Zetterberg

Utarbetande av projektplan

Projektplanen togs fram av projektgruppen med hjälp av LOTS® med stöd av Monica Olsen.

Redigering av slutrapport

Elisabeth Fredlund

Riskprofil

Livsmedelsverket arbetar enligt principen för riskanalys. En förutsättning för detta är att hanteringen av ett livsmedelssäkerhetsproblem baseras på kunskap om hur olika faktorer påverkar risken. En riskprofil har som uppgift att sammanställa tillgänglig kunskap om ett problem och att sätta in denna kunskap i sitt sammanhang. Syftet är att identifiera och bedöma aspekter av relevans för prioritering och hantering av problemet. Riskprofilen utgör alltså ett underlag för fortsatta åtgärder. Exempel på åtgärder kan vara ingen åtgärd, utformning av regler och tillsynsstrategier, kunskapsuppbyggande arbete eller genomförandet av en riskvärdering. Ansvaret att utforma en riskprofil vilar oftast på riskhanterare (framför allt de som arbetar med tillsyn och regler) men utformas i samverkan med riskvärderare.

Dokumentversioner

2 (nuvarande)

Datum

2015-02-11

Ändring

Bilaga 3 har tagits bort ur dokumentet.

För ochratoxin A angavs ett felaktigt tTDI, detta har korrigerats till tTWI.

1

2009-12-15

Innehåll

Sammanfattning	5
Summary in English	6
Bakgrund	7
Syfte	8
Avgränsningar	8
Faroidentifiering och förekomst	9
Mykologiska faror i livsmedel	9
Mögel och mögelgifter associerade till olika livsmedel	9
Spannmålsprodukter	10
Nötter och mandel	16
Oljefröer	17
Torkad frukt.....	17
Baljväxter	18
Torkade kryddor	18
Frukt- och bärprodukter.....	19
Grönsaker, rotfrukter och andra vegetabiliska livsmedel	20
Kaffe, te och kakao.....	20
Vin, öl och andra alkoholhaltiga drycker	21
Mjök och mejeriprodukter.....	22
Övriga animaliska produkter	23
Ekologiskt jämfört med konventionellt producerade livsmedel	24
Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF).....	24
Farokarakterisering, intagsberäkningar och riskuppskattning	26
Trichothecener.....	26
Intag av deoxynivalenol och nivalenol	27
Intag av T-2 och HT-2	29
Aflatoxiner	31
Intag av aflatoxiner.....	31
(mg/kg)²	33
Ochratoxin A	33
Intag av Ochratoxin A	34
Fumonisin.....	36
Intag av fumonisin B ₁ och B ₂	36
Zearalenon.....	37
Intag av zearalenon.....	38
Patulin	38
Intag av patulin.....	38
Alternariatoxiner	40
Intag av alternariatoxiner.....	40
Citrinin	40
Intag av citrinin.....	41
Ergotalkaloider	41
Intag av ergotalkaloider.....	41
Tremogener	41
Intag av tremogener.....	41
Kombinationseffekter.....	42
Felkällor	42

Riskhanteringsåtgärder och åtgärdsförslag	44
Global omfattning och förebyggande insatser	44
Åtgärder i primärproduktionen.....	44
Mögelväxt och toxinbildning i fält	45
Mögelväxt och toxinbildning efter skörd	46
Överföring av mykotoxiner från foder till livsmedel av animaliskt ursprung	46
Åtgärder inom livsmedelstillverkning	46
Förslag till prioriterade kartlägningsstudier	48
Slutsatser.....	49
Referenser	50
Bilaga 1. Mykotoxinanalyser på SLV 1996-2007.....	62
Bilaga 2. Metoder för farokarakterisering, intagsberäkning och riskvärdering	68
Kemiska analysmetoder	68
Konsumtionsdata över vissa livsmedel	68
Vete, råg och havre.....	69
Ris.....	69
Baljväxter	69
Majsprodukter	70
Russin	70
Juice/nektar.....	70
Mandel/hasselnötter samt jordnötter.....	70
Sylt/mos/marmelad.....	70
Kaffe.....	70
Vin och öl	70
Haltdata	71
Intagsberäkningar	72
Riskuppskattning	72

Sammanfattning

Mögelgifter, eller mykotoxiner, är kemiska ämnen som bildas av mögelsvampar och som är giftiga för människor och djur. Ämnena kan påverka hälsan genom att bland annat orsaka magbesvär, vara immunförsvarsnedläggande och cancerframkallande samt påverka hormon- och nervsystem. Mögelsvampar kan växa och bilda mykotoxiner i en mängd olika livsmedel. För de vanligaste mykotoxinerna, det vill säga aflatoxiner, ochratoxin A, fumonisiner, patulin, zearalenon och vissa trichotecener, finns kunskap om förekomst och toxicitet. Dessutom finns ett europeiskt regelverk, EU-kommissionens förordning (EU) 1831/2003, som fastställer gränsvärden för hur mycket av dessa toxiner som får finnas i livsmedel. För andra mykotoxiner, till exempel alternariatoxiner och tremogener, råder större okunskap om förekomst, men också om deras toxicitet.

Denna riskprofil sammanfattar det nuvarande kunskapsläget om förekomsten av relevanta mykotoxiner i livsmedel på den svenska marknaden och uppskattar den svenska konsumentens exponering för dessa toxiner. Riskprofilen identifierar också viktiga kunskapsluckor.

Den svenska medelkonsumentens exponering för mykotoxiner från livsmedel är generellt sett låg och under det tolerabla dagliga intag (TDI) som har fastställts av de internationella expertgrupperna EFSA och/eller JECFA. Det finns dock vissa konsumentgrupper, vars intag av specifika mykotoxiner närmar sig TDI och där en framtida ökning av mykotoxinhalten kan leda till ett intag över TDI eller till en oacceptabel ökning av antalet cancerfall. Denna riskprofil pekar främst på att aflatoxin i ris och trichotecenerna T-2 och HT-2 toxiner i havre kan utgöra källor till en oacceptabel exponering för dessa toxiner. Det finns indikationer som visar att T-2 och HT-2 ökar i Norra Europa och även att aflatoxin är ett ökande internationellt problem på grund av ökad torka. Toxinerna bör därför bevakas genom återkommande kartläggningsstudier av relevanta livsmedel.

En viktig slutsats från denna riskprofil är att det finns få eller inga haltdata för vissa relevanta mykotoxiner i olika livsmedel. Till exempel har bara ett fåtal analyser gjorts på fumonisiner i majsprodukter, vilket internationellt anses vara ett ökande problem. Torkad frukt anses internationellt som en viktig källa till både aflatoxiner och ochratoxin A. Det saknas helt haltdata för torkad frukt på den svenska marknaden. Konsumtionen av nötter, fröer och andra vegetabiliska livsmedel såsom quinoa och bulgur har ökat under senare år. Riskprofilen har konstaterat att det finns kunskapsluckor både om toxinförekomst i och konsumtionsdata om dessa livsmedel.

Mögel och mykotoxiner i livsmedel undviks bäst genom att förebygga uppkomsten från allra första början, till exempel redan på den växande grödan i fält eller under torkning och lagring. Sådana åtgärder leder dessutom till att färre råvaror och livsmedel behöver kasseras på grund av mögelväxt. Denna riskprofil ger en kortfattad sammanfattning av befintliga riskhanteringsåtgärder och förslag på möjliga åtgärder.

Genom detta arbete har Livsmedelsverket, och andra berörda aktörer, ett underlag till planering och prioritering av arbetet för att minska de mykologiska riskerna i livsmedel. Genom ökad kunskap kan Livsmedelsverket dessutom bättre bemöta konsumenters oro.

Summary in English

Mycotoxins are chemical substances (secondary metabolites) that are produced by filamentous fungi (moulds) and that are toxic to man and animals. These substances may affect health by causing stomach ache, suppressing the immunosystem, affecting the hormonal as well as nervous system and being carcinogenic. Filamentous fungi may grow and produce mycotoxins in a number of different food items. For the most common mycotoxins, that is aflatoxins, ochratoxin A, fumonisins, patulin, zearalenone and certain trichotecens, knowledge exist on their distribution levels and toxicity. In addition, there are regulations within the European Commission (EC 1881/2006) on the maximum limits for these toxins in food. However, for other mycotoxins, for example *Alternaria* toxins or tremogens, there is lack of knowledge regarding occurrence and toxicity.

This risk profile summarizes the current knowledge on occurrence of relevant mycotoxins in food and estimates the exposure of the Swedish consumer for the most important toxins. The risk profile also points at important areas of reduced knowledge.

The exposure of Swedish consumer's to mycotoxins from food is generally low and under the daily tolerable intake (TDI) decided by the international expertgroups EFSA and JECFA. However, there are groups of consumers who's intake of specific mycotoxins are close to TDI and where increased mycotoxin levels may lead to an intake over TDI or to an unacceptable increase in cancer incidence.

This risk profile especially points out rice and oats as two sources of unacceptable exposure to aflatoxin and T-2/HT-2 trichotecens, respectively. There are indications of an increasing occurrence of T-2 and HT-2 trichotecenes in Northern Europe as well as of an increasing international problem with aflatoxin due to drought stress on plants. These toxins should therefore be monitored by regular surveys of relevant food.

One important conclusion from this risk profile is that there are few or no data of the occurrence of certain mycotoxins in various types of food. One example is fumonisins in maize, which internationally is considered to be an increasing problem. Dried fruits are internationally considered to be an important source of both aflatoxins and ochratoxin A. Analytical data on the occurrence of these mycotoxins in products on the Swedish market are missing. Consumption of nuts, less common cereal products (quinoa and bulgur) and seeds has increased in recent years. This riskprofile has established that there are gaps of knowledge on both occurrence and consumption data of these food items.

Mould and mycotoxins in food is best avoided by preventing their production from the start, for example already in the growing crop in the field or during drying and storage. This risk profile gives a short summary of existing prevention strategies and suggestions for the avoidance of mycotoxin formation.

The conclusions and recommendations in this risk profile may be used, by the National Food Administration or other actors, as a foundation for future planning and prioritizing of work to reduce mycological risks in food.

Bakgrund

Mykotoxiner, eller mögelgifter, är kemiska ämnen (så kallade sekundära metaboliter) som bildas av mögelsvampar och som är giftiga för människor och djur. Dessa substanser kan kemiskt vara väldigt olika varandra och de viktigaste som vi känner till idag bildas av svampar ur släktena *Penicillium*, *Aspergillus* och *Fusarium*. Frisvad och medarbetare^{1,2} har skrivit två välciterade bokkapitel där de har listat alla viktiga mykotoxinbildande svampar i dessa släkten tillsammans med information om i vilka typer av produkter de kan förekomma. Olyckligtvis är litteraturen full av exempel på felaktiga kopplingar mellan mykotoxin och mögelart¹ och dessa kapitel är därför viktiga att känna till för dem som arbetar med frågor gällande mögelsvampar och livsmedelssäkerhet.

Mögelsvampar i släktena *Penicillium*, *Aspergillus* och *Fusarium* har olika krav på till exempel tillgängligt vatten och temperatur i den omgivande miljön för att deras tillväxt ska vara optimal och för att de ska producera mykotoxiner. Dessa förhållanden avgör vilka svampar som dominerar på olika grödor och om mykotoxinbildningen sker före eller efter skörd. Till exempel tillväxer fusariumsvampar och bildar toxin på spannmål redan på fältet medan penicillium- och aspergillusvampar är mer associerade med tillväxt under lagring. De flesta mykotoxiner är mycket värmebeständiga och därför är åtgärder som förhindrar bildning av mykotoxiner i fält, under lagring eller livsmedelsproduktion det bästa sättet att skydda konsumenten. Vissa mykotoxiner, som till exempel aflatoxin B₁ och ochratoxin A, kan via kontaminerat foder till livsmedelsproducerande djur sprida mykotoxiner till livsmedel av animaliskt ursprung.

Idag finns flera hundra olika mykotoxiner beskrivna men det är bara en handfull av dessa som är reglerade i vår lagstiftning. Detta beror bland annat på att riskvärderingar har kunnat utföras enbart för de toxiner vars förekomst och toxikologi finns tillräckligt utredd. Idag finns gränsvärden för aflatoxiner, ochratoxin A, patulin, deoxynivalenol, zearalenon och fumonisiner i ett antal olika livsmedel. Denna lagstiftning finns samlad i EU-kommissionens förordning (EG) 1881/2006^a. I Livsmedelsverkets kontrollprogram ingick under 2008 de mykotoxiner och livsmedel som beskrivs i Tabell 1. Kontrollprogrammen ändras till viss del år från år.

Tabell 1. Antal analyser i SLVs kontrollprogram för mykotoxiner under 2008

Produkt	Aflatoxin M ₁	Ochratoxin A	Zearalenon	Deoxynivalenol
Vete		21	21	21
Råg		6	6	6
Havre		10	10	10
Mjölk	30			
Njure		60		

^a <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:SV:PDF>

Syfte

Riskprofilen för mögel och mögelgifter i livsmedel innebär en genomgång av befintlig litteratur inom området med målsättningen att sammanfatta det nuvarande kunskapsläget om förekomst och dagligt intag av relevanta mögelgifter. Riskprofilen innefattar även en uppskattning av vilka hälsomässiga effekter dessa intag kan medföra för den svenska konsumenten. Syftet är:

- att identifiera vilka mykologiska faror (mögelgifter) som finns,
- att identifiera i vilka livsmedel som dessa faror förekommer,
- att uppskatta exponering och hälsomässiga effekter för den svenska konsumenten,
- att identifiera viktiga kunskapsluckor,
- att sammanfatta kända riskhanteringsåtgärder,
- att ta fram ett förslag på framtida kunskapsuppbyggnad utifrån de kunskapsluckor som identifierats.

Avgränsningar

Riskprofilen är begränsad till de mykologiska faror som kan utgöra en hälsomässig risk för den svenska konsumenten på kort och lång sikt. Riskprofilen omfattar

- de mögelgifter som har lagstadgade europeiska gränsvärden enligt (EU) 1881/2006,
- de mögelgifter som förväntas regleras under den närmaste framtiden,
- övriga mögelgifter som tros förekomma i svenska livsmedel och som kan ha en hälsomässig effekt på den svenska konsumenten.

Faroidentifiering och förekomst

Mykologiska faror i livsmedel

Mögelsporer finns överallt i vår miljö och således även på våra livsmedel. Om mögelsporerna tillåts växa kan de bilda giftiga ämnen, så kallade mykotoxiner. Mykotoxiner är främst förknippade med långsiktigt toxiska effekter på människa och djur, till exempel i form av cancer, men kan även ha en akuttoxisk effekt vid högre halter. De mest kända mykotoxinerna är aflatoxin, ochratoxin, patulin och deoxynivalenol men det finns även ett stort antal andra mer okända mykotoxiner. De mest kända toxinerna bildas av mögelsvampar inom släktena *Aspergillus*, *Penicillium* och *Fusarium*. Eftersom mögelsvampar generellt tillväxer långsammare än bakterier och jästsvampar orsakar de främst problem i livsmedel där de har konkurrensfördelar jämfört med andra organismer. Många mögelsvampar är tåliga mikroorganismer som kan växa i torra livsmedel eller i livsmedel med hög koncentration socker, det vill säga i produkter med låg vattenaktivitet (a_w)^b. Även faktorer som temperatur, pH, syretillgång och konserveringsmedel är avgörande för mögelsvampars förmåga att tillväxa och bilda mykotoxiner. För att minska risken för mögeltillväxt och mykotoxinbildning är det viktigt att dessa faktorer kontrolleras.

Man kan grovt dela in de vanligaste mögelsvamparna i två grupper; fältflora, det vill säga de mögelsvampar som växer till i råvaran under odlingen, och lagringsflora, det vill säga de mögelsvampar som växer till under produktionsprocessen eller under lagring av den färdiga produkten. Arter av *Fusarium*, *Alternaria* och *Claviceps* och deras toxiner tillhör fältfloran medan arter av *Penicillium* och *Aspergillus* vanligtvis tillhör lagringsfloran. Inga strikta gränser finns dock och vissa arter av *Aspergillus* kan även infektera grödor redan under odling.

Mögel och mögelgifter associerade till olika livsmedel

Till följd av livsmedlets karaktär och sammansättning (till exempel vattenaktivitet, konserveringsmedel och pH) och hur det behandlas under produktion och lagring (till exempel temperatur och syretillgång) är vissa mögelsvampar och deras mykotoxiner associerade till olika livsmedel. De mögelsvampar som förknippas med ett visst livsmedel kallas för livsmedlets associerade flora eller mykoflora (myko=mögel). De viktigaste mögelsvamparna och dess toxiner finns summerade i Tabell 2.

^b Mått på hur mycket vatten i livsmedlet som är tillgängligt för tillväxt av mikroorganismer. Rent vatten har värdet 1.

Tabell 2. Olika typer av livsmedel och de viktigaste mögel och mykotoxinerna associerade med dem.

Livsmedel	Mykotoxiner	Mögelsvampar
Vete	deoxynivalenol, ochratoxin A, zearalenon, nivalenol, alternariatoxiner	<i>Fusarium graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>Penicillium verrucosum</i> , <i>Alternaria</i>
Korn	deoxynivalenol, zearalenon, T-2, HT-2, ochratoxin A, alternariatoxiner	<i>F. graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. langsethiae</i> , <i>P. verrucosum</i> , <i>Alternaria</i>
Havre	deoxynivalenol, zearalenon, nivalenol, T-2, HT-2, alternariatoxiner	<i>F. graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. langsethiae</i> , <i>F. poae</i> , <i>Alternaria</i>
Råg	deoxynivalenol, ergotalkaloider	<i>Claviceps purpurea</i>
Ris	aflatoxiner	<i>Aspergillus flavus</i>
Majs	fumonisinier, aflatoxiner	<i>F. proliferatum</i> , <i>F. verticillioides</i> , <i>A. flavus</i>
Bovete	ochratoxin A, aflatoxin	<i>A. flavus/parasiticus</i> , <i>P. verrucosum</i>
Nötter, mandel	aflatoxiner, ochratoxin A, penitrem A	<i>A. flavus/parasiticus/nomius</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>P. crustosum</i>
Oljefröer	aflatoxin	<i>A. flavus</i>
Torkad frukt	aflatoxiner, ochratoxin A, patulin, zearalenon, trichothecener, fumonisinier	<i>A. flavus/parasiticus</i> , <i>A. carbonarius/niger/ochraceus</i> , <i>P. expansum</i> , arter av <i>Fusarium</i>
Baljväxter	ochratoxin A, aflatoxiner, alternariatoxiner	arter av <i>Fusarium</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Alternaria</i>
Torkade kryddor	aflatoxiner, ochratoxin A	<i>A. flavus/parasiticus/nomius</i> , <i>A. ochraceus</i>
Frukt- och bärprodukter	patulin, ochratoxin A	<i>P. expansum</i> , ochratoxinbildande arter av <i>Aspergillus</i>
Grönsaker och rotfrukter	alternariatoxiner	arter av <i>Alternaria</i>
Kaffe, te, kakao	ochratoxin A, aflatoxiner	<i>A. ochraceus/westerdijkiae</i> , <i>carbonarius</i> , <i>A. flavus</i>
Öl	fusariumtoxiner, ochratoxin A	Arter av <i>Fusarium</i> , <i>P. verrucosum</i>
Vin	ochratoxin A	<i>A. carbonarius</i> , <i>A. niger</i>
Mjölk	aflatoxin M ₁	<i>A. flavus/parasiticus</i>
Ost	roquefortin C,	<i>P. roqueforti</i>
Kött	ochratoxin A, zearalenon	<i>P. verrucosum</i> , <i>F. graminearum/F. culmorum</i>
Köttprodukter (torkad, rökt skinka, korv)	ochratoxin A, cyklopiasonsyra	<i>P. nordicum</i>

Spannmålsprodukter

Till gruppen spannmålsprodukter hör bland annat havre, vete, råg, korn, majs och ris, det vill säga våra viktigaste baslivsmedel. Vete, havre, råg och korn odlas i Sverige medan majs och ris importeras från andra delar av världen. Enligt Statistiska centralbyrån (siffror från 2005) är vete det spannmål som odlas i Sverige i störst omfattning (ca 2000 000 ton). Därefter kommer korn (1500 000 ton), havre (1000 000 ton) och råg (150 000 ton).

Samtliga spannmålsslslag odlas utomhus på fält och graden av mögelinfektion (fältflora) bestäms framförallt av klimatet (till exempel regn, torka och temperatur) men också av faktorer som växtföljd, markberedning och odlingsteknik. Efter skörd måste spannmålen torkas till en säker vattenhalt för att minimera risken för mögeltillväxt. Spannmål kan lagras på olika sätt men oavsett metod är det viktigt att den inte återfuktas under lagringsperioden. Olika mögel och mykotoxiner är associerade till olika spannmålsslslag.

Vete

Vete är den viktigaste odlade grödan i Sverige och i Europa. De mykologiska risker som förknippas med vete är tillväxt och toxinbildning av olika arter av *Fusarium* samt *Penicillium verrucosum*. Fusariumsvamparna bildar framförallt deoxynivalenol (DON), zearalenon (ZEA), nivalenol (NIV), T-2 och HT-2. *P. verrucosum* bildar framförallt ochratoxin A. Deoxynivalenol är det toxin som förekommer oftast och i högst halter i vete och bildas av *Fusarium culmorum* och *F. graminearum*. Vårvete har högre frekvens av höga halter jämfört med höstvete.

Toxinbildningen påverkas först och främst av klimatet och halterna varierar därför mycket från år till år³. Förändringar i klimatet, till exempel en ökad temperatur och ökad nederbörd, skulle därför kunna innebära en ökning av koncentrationen deoxynivalenol i spannmål. Även varieteten av den odlade grödan och odlingssystemet spelar en viktig roll³. Tidigare har *F. culmorum* varit den viktigaste källan till deoxynivalenol i spannmål odlad i norra Europa. Under 2007 genomförde Livsmedelsverket ett projekt för att studera förhållandet mellan deoxynivalenol och förekomsten av *F. graminearum* respektive *F. culmorum* i vete. Ca 90 procent korrelation återfanns mellan förekomsten av *F. graminearum* och deoxynivalenol men ingen korrelation kunde påvisas mellan deoxynivalenol och *F. culmorum*⁴. Liknande resultat har även rapporterats från Norge⁵ och andra europeiska länder^{6,7}. Förändringen tros bero på klimatet samt ändrad växtföljd och jordbearbetning^{8,9}. *F. graminearum* är en mer potent och aggressivare toxinbildare. Deoxynivalenol och nivalenol har analyserats av Livsmedelsverket i ett flertal studier (Bilaga 1, Spannmålsprojektet 1999, Spannmålsanalyser 2001, Ekologiprojektet 2001-2003, Kontrollprogram DON 2007). Svenska Lantmännen har studerat förekomsten av deoxynivalenol i vete mellan 2004 och 2007 och deoxynivalenol påvisades till exempel i 75 procent av proverna från 2005 års skörd (SLF Lägesrapport 2006, Thomas Börjesson, Lantmännen) och 60 procent av proverna från 2006 års skörd (SLF Lägesrapport 2007, Thomas Börjesson, Lantmännen). Enstaka lagrade prov har påvisats med höga halter. Även zearalenon detekterades i många prov men i lägre halter. Nivalenol, T-2 och HT-2 påvisades endast i enstaka prov och då i låga nivåer.

Förekomsten av zearalenon i inhemska (Bilaga 1, Kontrollprogram ZEA 2007) och europeiskt¹⁰⁻¹² producerade cerealier ligger på en mycket låg nivå. Frekvensen positiva prov i cerealier varierar mellan olika år och odlingssätt, men halterna är generellt sätt låga. En kanadensisk studie¹³ av frukostflingor (majs, havre, ris, vete, bovete, mix) åren 1999 – 2001 visar knappt mätbara halter av zearalenon.

Processad spannmål i form av konsumentprodukter visar på lägre halter av deoxynivalenol (se Bilaga 1, Ekologiprojektet 2001 – 2003)¹² förutom i några produkter där skaldelar ingår. I en brittisk undersökning¹² har dock hög frekvens positiva prov påvisats i snacks. I Danmark analyserades 190 vetemjölprover på förekomst av deoxynivalenol, nivalenol, zearalenon, T-2 och HT-2 mellan 1989 och 2001. Deoxynivalenol förekom i 78 procent av proverna men mellanårsvariationen var stor¹¹. I en färsk studie från Litauen konstateras att deoxynivalenol är det vanligaste mykotoxinet i inhemskt odlat vete¹⁴. Deoxynivalenol kan även förekomma i vetebaserade livsmedel som bröd, flingor och nudlar. Enligt en tysk studie¹⁵ detekterades deoxynivalenol i 83 procent av brödet, 56 procent i flingorna och i 93 procent av nudlarna som ingick i studien. Även T-2 eller HT-2 detekterades i 14, 28 och 31 procent av proverna från respektive livsmedelsgrupp. Livsmedlen var baserade på spannmålen vete och råg. Andra *Fusarium*-toxiner som rapporterats förekomma i vete är enniatiner, beauvericin och moniliformin som kan bildas av bland annat *F. avenaceum*¹⁶, som är en av de vanligast fusariumarterna i spannmål i Finland¹⁷, Sverige¹⁸⁻²⁰ och Norge²¹.

Fältfloran dör gradvis av efter skörd på grund de torra förhållanden som råder under lagringen men de toxiner som eventuellt har bildats stannar kvar i kärnorna. Om spannmålen skördas under fuktiga förhållanden eller om återfuktning av spannmålen sker under lagringen kan mer xerofila svampar, det vill säga svampar som kan växa vid lägre vattenaktivitet, tillväxa. Den viktigaste lagringssvampen är *P. verrucosum* som kan bilda ochratoxin A (OTA). Ochratoxin A är vanligt i vete men förekommer även i andra spannmål²²⁻²⁴. Ett stort antal ochratoxin A-analyser på olika produkter har utförts på Livsmedelsverket. De flesta analyserna är utförda på våra vanliga spannmålsprodukter i form av konsumentprodukter (Bilaga 1, Ekologiprojektet 2001-2003), men även direkt från kvarn (Bilaga 1, Spannmålsprojektet 1999 samt Kontrollprogram OTA 2004-2007). Endast ett fåtal positiva prov har förekommit och då i låga halter. Data från Lantmännen 2006 och Storbritannien¹² visar på samma låga förekomst av toxinet. Ochratoxin A kan också bildas av arter av *Aspergillus* men sällan i spannmål odlad i vårt tempererade klimat.

Alternaria förekommer i flera typer av inhemskt odlad spannmål, inklusive vete²⁵. *Alternaria* kan bilda toxiner som tenuazonosyra (TEA), alternariol (AOH), alternariolmetyleter (AME) och altertoxin-I (ATX-I). Det finns inte mycket data från övriga Europa men alternariol och alternariolmetyleter har tidigare påvisats i vete odlad i Polen och Tyskland (för referenser, se Scott²⁶). Alternariol kan bildas av arterna *A. tenuissima* och *A. arborescens*. *A. tenuissima* bildar även tenuazonosyra och *A. arborescens* alternariolmetyleter. Resultaten från 2006 års skörd visade att halterna av alternariatoxiner var lägre i vete än i korn och havre. Förekomst av alternariatoxiner i fuktskadat vete finns rapporterat²⁷ där samtliga 22 prov innehöll höga halter av alternariol, alternariolmetyleter och tenuazonosyra.

Claviceps purpurea och dess mykotoxiner ergotalkaloider har isolerats från vete²⁸ men det finns inga kartläggningar gjorda i Sverige eller Europa som visar hur vanlig svampen och dess toxiner är. Även citrinin associeras till vete^{29,30} och förekommer ibland tillsammans med ochratoxin A. Citrinin kan bildas av arter från släktet *Penicillium*, *Aspergillus* och *Monascus*. och har påvisats i vete och vetemjöl i England, Kanada³¹ och Bulgarien³². Inga haltdata finns för citrinin i svenska livsmedel.

I tropiska och subtropiska länder kan *A. flavus* tillväxa och bilda aflatoxin i vete men det förekommer inte i svenskodlad vete. *A. flavus* har dock förekommit vid felaktig syrabehandling av foder vilket har lett till aflatoxin M₁ i mjölk²⁹.

Korn

Korn är det spannmål som odlas mest i Sverige efter vete. För livsmedelsändamål används korn framförallt för tillverkning av öl men även som ingrediens i diverse spannmålsprodukter. Det mesta av kornet som odlas används dock till foder.

I fält kan korn infekteras av olika arter av *Fusarium* och *Alternaria*. De fusariumtoxiner som förknippas med korn är framförallt deoxynivalenol som produceras av *F. graminearum* och *F. culmorum* men även toxiner HT-2, T-2, nivalenol och zearalenon förekommer. T-2 och HT-2 bildas av *F. langsethiae* och *F. sporotrichioides* och nivalenol bildas av *F. poae*. *F. langsethiae* är en relativt nybeskriven art och mycket potent bildare av T-2 och HT-2 i norra Europa³³. Även enniatiner och moniliformin har påvisats i korn och förknippas främst med förekomsten av *F. avenaceum*³⁴.

P. verrucosum är vanligt förekommande i lagrat korn²⁴ och kan som i vete bilda ochratoxin A om inte kornet torkas eller lagras korrekt.

En svensk studie²⁵ visade att *Alternaria* och dess toxiner är vanligt förekommande i svensk spannmål och att alternariatoxinet alternariol förekommer i högre halter i korn än i vete och havre.

I tropiska och subtropiska länder kan aflatoxin förekomma i korn men det har inte påvisats i korn som odlats i Sverige. Även citrinin har associerats till korn²⁹ men ingen litteratur finns tillgänglig som visar förekomst och haltdata i Sverige. Endast ett fåtal analysresultat finns publicerade på innehåll av ergot i livsmedel. I en kanadensisk undersökning av spannmålsbaserad barnmat påvisade ergotalkaloider i 41 av 162 analyserade prov varav de flesta var kornprodukter. Halterna var dock låga (summan av fem ergotalkaloider) och medelvärdet av alla prov var 18 µg per kg³⁵.

Havre

Havre konsumeras i form av gröt, bröd och diverse andra spannmålsprodukter inklusive frukostflingor och välling till både barn och vuxna. Det mesta av havren som odlas i Sverige används dock som foder. De mykotoxiner som associeras med havre är framförallt deoxynivalenol^{14,36,37}, HT-2 och T-2^{14,38}, zearalenon^{14,39} samt nivalenol^{14,39}. Vårvete och havre är de spannmål som ofta innehåller högst halt trichothecener. Deoxynivalenol och zearalenon produceras av *F. graminearum* och *F. culmorum*, T-2 och HT-2 produceras av *F. langsethiae* och *F. sporotrichioides* och nivalenol av *F. poae*. Precis som deoxynivalenol är halten T-2 och HT-2 beroende av klimatfaktorer och mellanårsvariationen kan därför vara stor. Till skillnad från deoxynivalenol ökar halten T2 och HT-2 vid varmt och torrt klimat³⁸. Nivalenol förekommer främst i havreprodukter enligt de undersökningar som utförts på Livsmedelsverket (se Bilaga 1, Spannmålsprojektet 1999, Ekologiska projektet 2001-2003). Halterna har i de flesta fall legat under 200 µg per kg. När det gäller T-2 och HT-2 finns begränsat med data på svensk spannmål. Lantmännen visar på förekomst av T-2 och HT-2 i havre under åren 2005-2007 men med stor mellanårsvariation. I ekologiprojektet 2001-2003 (se Bilaga 1) påvisades T-2 men inte HT-2. I en brittisk studie av trichothecener i havreprodukter¹² påvisades båda toxinerna i låga halter.

En stor studie över förekomst av T-2 och HT-2 i ca 3000 livsmedel inköpta från butik under 2006 och 2007 i Tyskland visade att toxinerna framförallt detekterades i havre- och havreprodukter⁴⁰. Toxinerna detekterades i 100 procent av havreprodukterna för direktkonsumtion. Även en annan tysk studie från 2006 påvisade T-2 eller HT-2 i 100 procent av alla havreprover⁴¹. Generellt verkar det som om förekomsten av T-2 och HT-2 ökar i norra Europa vilket tros bero på en ökad förekomst av arten *F. langsethiae*. Under 2008 analyserade Livsmedelsverket 50 svenska havreprover för förekomst av DNA från toxinbildande arter av *Fusarium*. Analyserna visade att *F. langsethiae* och inte *F. sporotrichioides* dominerar i svensk havre och är den art som utgör störst risk för förekomst av T-2 och HT-2. Mellanårsvariationen är dock stor och det är svårt att dra några slutsatser om halterna av dessa toxiner ökar i Sverige. Eftersom det mesta av toxinet sitter i de yttre skaldelarna (cirka 80 procent) och försvinner vid skalningen är det möjligt att toxinerna inte förekommer i samma omfattning i livsmedel som i den oskalade råvaran. Haltdata saknas helt för livsmedel som säljs i Sverige. *F. avenaceum*, som har förmåga att bilda enniatiner, beauvericin och moniliformin, är en vanlig mögelsvamp i bland annat havre. Data saknas dock för förekomsten av dessa toxiner i svensk spannmål.

En ny svensk studie visar att *Alternaria* och dess toxiner är vanligt förekommande i svensk spannmål och att alternariatoxinerna tenuazonsyra och alternariolmetyleter förekommer i högre halter i havre än i vete och korn²⁵. Med anledning av detta analyserade Livsmedelsverket 10 prov av havre under 2007. Samtliga prov låg under metodens detektionsgräns på 200 µg/kg.

Både ochratoxin A och citrinin har associerats till havre²⁹. Det finns generellt lite litteratur om ochratoxin A men framförallt om citrinin i havre. I en fransk undersökning av mykotoxiner i frukostflingor har citrinin påvisats i 8 av 45 prov (alltid i kombination med

ochratoxin A) i halter mellan 1,5 – 42 µg/kg⁴². Även en annan artikel beskriver samtidig förekomst av citrinin och ochratoxin A⁴³ i spannmålsprov från balkanländerna. Ochratoxin A analyserades i havre inom Livsmedelsverkets offentliga kontroll år 2007 (se Bilaga 1, Kontrollprogram OTA 2004-2007). I ett av de tio proverna påvisades OTA i låg halt.

Råg

Det finns ett mängd olika mykotoxiner som kan förekomma i råg till exempel deoxynivalenol³⁶, nivalenol¹¹, ochratoxin A²², citrinin, beauvericin¹⁷, enniatiner¹⁷ och ergotalkaloider⁴⁴. Mjöldrygesvampen *Claviceps purpurea* och ergotalkaloider är i större utsträckning associerad till råg än till andra spannmål. I en tysk undersökning analyserades 66 rågprodukter med de flesta proven under 10 µg/kg, ett fåtal mellan 10–100 µg/kg och tre prov över 100⁴⁵. Data saknas som visar förekomst och halter för dessa mykotoxiner i råg i Sverige.

P. roqueforti är den mögelsvamp som vanligtvis associeras till rågbröd, särskilt till rågbröd med organiska syror som konserveringsmedel⁴⁶. Det finns inga data på förekomst av roquefortin C i bröd.

Ris

Ris odlas inte i Sverige utan kräver ett varmare klimat. Därför är det inte heller samma mögelsvampar som tillväxer och bildar mögelgifter i ris som i inhemskt odlad spannmål. Till exempel förekommer endast låga nivåer av fältsvampen *Fusarium* och dess toxiner^{47,48}. De anses därför inte utgöra en mykologisk risk i ris⁴⁹. Däremot har arter av lagringssvamparna *Aspergillus* och *Penicillium* isolerats från torkat ris och både aflatoxiner och ochratoxin A har detekterats i höga halter⁵⁰⁻⁵⁷. Under 2007 gjorde Livsmedelsverket en studie där halterna av aflatoxin och ochratoxin A undersöktes i ca 100 risprover varav de flesta var av typen basmati. Även jasminris, rårís och enstaka prov av långkornigt ris analyserades. Ochratoxin A kunde inte påvisas i något prov men 47 procent av risproverna innehöll aflatoxin B₁, varav 12 prover överskred EU:s gränsvärden⁵⁸.

Under andra halvan av 1900-talet orsakade mögelsvampen *P. citreonigrum* problem i Asien genom att svampen växte till i ris och bildade det akuttoxiska ämnet citreoviridin⁵⁹. *P. citreonigrum* har en karaktäristisk gul färg och kontaminerat ris kallas ”yellow rice”. I Japan initierades ett stort kontrollprogram för citreoviridin i ris.

Det finns lite publicerat om analys av citrinin i livsmedel. En genomgång av artiklar från 1980 till början 2004 har utförts av Xu och medarbetare⁶⁰ och i den framkom inga problem med citrinin annat är vid extrema förhållanden och i ”red mould rice”. ”Red mould rice” är en traditionellt kinesisk rätt som bildas när *Monascus* svampar medverkar i fermentering av ris. *Monascus* svampen bildar det kolesteroldämpande monakolin K, men bildar dock samtidigt även citrinin. ”Red mold rice” bör inte användas till mat eller som mattillbehör enligt rekommendation av det tyska ”forskningsrådet”⁶¹.

Majs

Majs odlas inte i någon större utsträckning i Sverige utan importeras från andra delar av världen. Den största delen odlad majs i världen går till djurfoder. Av majsen som används för livsmedelsändamål går en del till konserverad, så kallad sötmajs, men den största delen torkas och processas vidare till cornflakes, snacks, majs mjöl, majsstärkelse och andra livsmedelsingredienser. De mykotoxiner som främst förknippas med majs är olika *Fusarium*-toxiner och aflatoxin B₁ och B₂.

Det finns ett stort antal toxinbildande arter av *Fusarium* som infekterar majs på fält. Till de vanligaste hör *F. verticillioides*, *F. proliferatum*, *F. subglutinis*, *F. graminearum*,

F. culmorum, *F. cerealis* och *F. avenaceum*⁶². *F. verticillioides* och *F. proliferatum* kan bilda fumonisiner och *F. graminearum* och *F. culmorum* bildar bland annat deoxynivalenol, zearalenon och nivalenol. Efter fumonisiner är deoxynivalenol och zearalenon de vanligaste *Fusarium*-toxiner i majs⁶³. Olika *Fusarium*-arter och dess toxiner förekommer i olika geografiska regioner och kan variera från år till år beroende på temperatur och nederbörd.

Fumonisin förekommer ofta i majsprodukter som saluförs inom Europa. Frekvensen positiva prov är ofta väldigt hög och uppmätta halter kan ibland överstiga 2000 µg/kg för summan av fumonisin B₁ + B₂. Liknande resultat för fumonisin B₁ och B₂ i majsprodukter är funna i Italien⁶⁴, Frankrike⁴² och Canada³⁵ vilket visar att problemet är globalt. Livsmedelsverket har analyserat fumonisin i majsprodukter vid tre tillfällen 1996, 2000 och 2007 (se Bilaga 1). Högst halter påvisades i majsgryn och majsmjöl, två prover över 1000 µg/kg. Enstaka prover av corn flakes och tacoskal innehöll halter över 500 µg/kg. Fryst och konserverad majs samt välling innehöll mycket låga halter av fumonisiner.

En tysk undersökning⁶⁵ visade på 92 procent positiva prov av fumonisiner i majsmjöl och semolina på upp till 6617 µg/kg. En undersökning i Turkiet⁶⁶ visar på extremt höga halter i majs (273 mg/kg). Undersökningen är utförd på ELISA-platta där detektionsgränsen är satt till 0,22 mg/kg.

Den viktigaste faktorn som påverkar halten fumonisin i majs är klimatet och närvaro av så kallade borrarinsekter⁶⁷. Det skiljer sig från halten deoxynivalenol och zearalenon som förutom klimatet är mer beroende av bland annat skördeperioden än av närvaro av borrarinsekter. Logrieca *et al.*⁶² visade att majs som odlas i södra Europa infekteras av fumonisin-bildande arter av *Fusarium* medan majs som odlas i centrala och nordöstra Europa infekteras av bland annat *F. graminearum*, *F. culmorum* och *F. cerealis*. Pietri *et al.*⁶³ visade att de deoxynivalenol- och zearalenonproducerande arterna *F. graminearum* och *F. culmorum* favoriseras av ett regnigt och fuktigt klimat medan de fumonisin-bildande arterna *Fusarium proliferatum* och *F. verticillioides* favoriseras av ett varmt och torrt klimat. Därför kan de olika toxiner dominera olika år beroende på klimatet. I en spansk studie analyserades deoxynivalenol, zearalenon, µ-zearalenol och T-2 i majsbaserade livsmedel inklusive cornflakes, konserverad sötmajs, fryst majs och majssnacks⁶⁸. Deoxynivalenol förekom i 68 procent av proven och zearalenon i 44 procent. I Nederländerna analyserades fumonisin B₁ i importerad majs (främst från Frankrike) avsedd för livsmedelsproduktion och fumonisin B₁ påvisades då i 98 procent av proverna⁶⁹. Fumonisin B₁ analyserades även i några majsbaserade livsmedel och toxinet påvisades, dock i lägre nivåer än i den obehandlade majsen, i bland annat popcorn, majschips, cornflakes och majsmjöl⁷⁰. Fumonisin har även påvisats i popcorn, cornflakes och konserverad majs i Japan⁷¹. I en engelsk studie över fumonisin i majsprodukter konstaterades att de högsta halterna av fumonisin uppmäts i obehandlad majs och i de majsprodukter som endast genomgår en mildare behandling såsom polenta. Mer processade produkter såsom cornflakes, tortilla och popcorn var negativa eller innehöll låg koncentration fumonisin jämfört med koncentrationen i råvaran⁷². En dansk studie från 2001⁷³ visar på liknande resultat, det vill säga hög frekvens positiva prov i vissa livsmedel och några prov med halter över 1000 µg/kg.

A. flavus kan infektera majs under odlingen men även växa till under lagring. Infektion under odlingen är främst förknippad med en hög odlingstemperatur, över 30°C⁵⁹. Aflatoxin är en vanlig kontaminant i majs⁶³. Den mögelsvamp som associeras med produktionen av aflatoxin i majs är framför allt *A. flavus*^{74,75} och inte *A. parasiticus*. I Storbritannien har Food Standard Agency, som är dess motsvarighet till Livsmedelsverket, analyserat 292 prov av olika sorts majsprodukter¹². Aflatoxiner påvisades inte i något prov.

Övriga spannmål

Information om förekomst av mögel och mykotoxiner i övriga spannmål är mycket bristfällig. Durumvete är inkluderad i flera studier men oftast inte i så stora provvolymmer. Höga halter av deoxynivalenol och T-2 har uppmätts i durumvete¹¹. Livsmedelsverket genomförde 2002 en studie på förekomsten av deoxynivalenol och nivalenol i durumvete från Ven (Bilaga 1, Trichothecener i durumvete 2002) och fann att toxinerna förekom i höga halter i samtliga prov. Under 2004-2005 genomförde Livsmedelsverket en studie av så kallade trendprodukter som inkluderade enstaka prov av bovete, bulgur (durumvete) och hirs. Två av totalt sju bovetepröver innehöll ochratoxin A och ett prov innehöll aflatoxin B₁. Övriga prover var negativa. Bovete inkluderas även i Riksprojekt 2006 "Mögel och mykotoxiner"⁷⁶. Av totalt 34 bovetepröver innehöll nio prov ochratoxin A (0,4-5,8 mikrogram per kilo, se Bilaga 1) men inget av dem innehöll aflatoxin. Ett av proven innehöll dock låg halt av *A. flavus/parasiticus*. En tysk studie⁷⁷ analyserade *Fusarium*-toxiner i 219 växtprodukter men inga toxiner påvisades i de enstaka proverna av bovete som inkluderades.

Nötter och mandel

Aflatoxiner är de mykotoxiner som man främst kopplar samman med nötter, men även ochratoxin A och penitrem A kan förekomma. Torkade nötter är mycket mottagliga för infektion av mögelsvamp beroende på att halten kolhydrater, som kan binda vatten, är låg och därmed förorsakar även en liten höjning av fukthalten möjlighet för tillväxt av mögelsvamp. *Aspergillus flavus* är den vanligaste producenten av aflatoxin i nötter men *A. parasiticus*⁵⁹ och *A. nomius*⁷⁸ kan förekomma. De två senare bildar både B- och G- aflatoxiner och de flesta isolerade stammar av dessa två sistnämnda arter är potenta toxinbildare. De nötter som oftast innehåller aflatoxiner är pistaschmandel, paranötter samt jordnötter, som egentligen är en baljväxt. Men de förekommer och orsakar problem även i andra nötter som hasselnötter och sötmandel vilket avspeglas i EU:s RASFF-statistik^c. Denna statistik innehåller uppgifter om avvisanden av partier som innehållit halter över EU:s gränsvärden⁷⁹.

I stort sett alla nötter kan angripas av aflatoxinbildande svampar och speciellt om hanteringen varit bristfällig. Pinjenötter (*Pinus pinae*), som egentligen är fröer, kan också innehålla aflatoxin⁸⁰. Tiger nuts eller "tigernötter" (*Cyperus esculentus var sativus*), som inte är några nötter utan rotknölar, har också rapporterats kunna innehålla höga halter aflatoxiner¹², men väldigt lite information finns beträffande detta i litteraturen eller vilken svamp som orsakar toxinbildningen. Tigernötter används främst i tropiska länder till livsmedel och foder men används också i tillverkning av en dryck, "chufa", i Spanien och som fiskbete. Livsmedelsverket har analyserat aflatoxin i nötter vid ett flertal tillfällen. Ca 80 nöt- och mandelprover analyserades under 2004-2006 (se Bilaga 1, Trendproduktprojektet 2004-2005 och Riksprojektet 2006) med avseende på förekomst av aflatoxiner och ochratoxin A. Höga halter av aflatoxin (>2 µg aflatoxin B₁/kg) påvisades i 4 prover av pistaschmandel. I övriga nötter och mandlar som analyserades påvisades varken aflatoxiner eller ochratoxin A.

A. ochraceus kan också förekomma på nötter^{81,82} och ochratoxin A har påvisats i undersökningar utförda på pistaschmandel av Food Standards Agency i Storbritannien¹². Livsmedelsverket analyserade ochratoxin A i nötter under 2004-2006 (se Bilaga 1, Trendproduktprojektet 2004-2005 och Riksprojektet 2006). Totalt analyserades ca 80 prover av olika nötter varav inget var positivt för ochratoxin A.

P. crustosum var vanligt i valnötter i Livsmedelsverkets undersökning av trendprodukter 2004-2005 (opublicerad undersökning) och kan bland annat bilda toxinet penitrem A i dessa

^c http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/index_en.htm

nötter⁸³. Penitrem A har rapporterats orsaka akut förgiftning hos hund som ätit valnötter^{84,85}. *P. crustosum*, *P. glabrum/spinosum* och *P. discolor* var dominerande flora i undersökningar av kastanjer (*Castanea sativa*). Flera olika mykotoxiner kunde påvisas; penitrem A, chaetoglobosin A och C, emodin och ochratoxin A⁸⁶. Nästan alla *P. crustosum* isolat kan bilda penitrem A men det krävs vattenaktiviteter över 0.92 för toxinproduktion vilket antagligen förklarar endast ett lågt antal fall av akut förgiftning⁵⁹.

Citrinin, ochratoxin A och aflatoxiner har rapporterats i kopra och kokosflingor som båda är torkad frövit från kokosnöt, *Cocos nucifera*⁸⁷.

Oljefröer

Oljefröer inkluderar bland annat sesamfrö, pumpafrö, melonfrö, senapsfrö, solrosfrö och rapsfrö. Fröerna kan konsumeras direkt eller användas för framställning av olja. Det är framförallt *A. flavus* och aflatoxin som anses utgöra en risk i små oljefröer men även andra toxinbildande mögelsvampar. Det finns få publikationer som beskriver vilka mögelsvampar och mykotoxiner som är associerade till dessa fröer. Aflatoxin eller aflatoxinbildande mögelsvampar har påvisats i senapsfrö⁸⁸ och sesamfrö⁸⁹, ochratoxin A i sesamolja⁹⁰ och trichothecener i solrosolja⁹¹. Både aflatoxin och ochratoxin A har detekterats i pumpafrön i Livsmedelsverkets egna analyser (se Bilaga 1, Trendproduktprojektet 2004-2005). Även *Alternaria* och dess toxiner har detekterats i solrosfrö och rapsfrö²⁶. Inom EU diskuteras för närvarande fastställandet av gränsvärden för aflatoxin i oljefröer och oljor.

Torkad frukt

Liksom som med nötter orsakar aflatoxiner problem i fikon⁷⁹ och både *A. flavus* och *A. parasiticus* kan vara orsaken till aflatoxinbildning⁵⁹. Halterna av aflatoxin kan bli mycket höga i fikon och halter på 76 000 µg per kg har uppmätts⁸⁷. Ochratoxin A är också relativt vanligt i fikon (och även i detta fall kan halterna nå mycket höga nivåer, ända upp till 12 300 µg/kg har rapporterats^{87,92}). Både aflatoxiner och ochratoxin A är dessutom koncentrerat till ett fåtal enskilda fikon vilket ställer höga krav på representativ provtagning. Ochratoxin A i fikon bildas främst av *A. niger*⁹³, men även mindre kända arter som *A. alliaceus*⁸⁷ har rapporterats. Andra mykotoxiner som upptäckts i fikon är patulin och kojic acid⁸⁷ och nyligen även fumonisin B₁⁹⁴. Det är dock oklart vilken svamp som bildat fumonisin i fikon (*F. verticillioides* eller *F. proliferatum*) eller patulin (flera arter möjliga inom släktena *Penicillium*, *Aspergillus* eller *Byssosclamus*) och kojic acid (arter inom *Aspergillus* section *flavi*).

Torkade druvprodukter som russin, sultanrussin och korinter kan också angripas av mögel som bildar ochratoxin A och aflatoxiner^{87,95}. Ochratoxin i druvprodukter kan bildas av flera arter inom släktet *Aspergillus* (*A. niger*, *A. ochraceus* och *A. carbonarius*) men aflatoxiner endast av *A. flavus*^{93,96,97}. Under 2000 analyserade Livsmedelsverket 59 russinprov med avseende på förekomst av ochratoxin A (se Bilaga 1, Russinanalyser 2000). Frekvensen positiva prover var hög (83 procent) och halterna låg mellan 0.1-19 mg/kg.

Ochratoxin A och aflatoxiner har också påvisats i torkade aprikoser, plommon, dadlar och kvitten⁸⁷.

Patulin sammankopplas främst med äpplen som kontaminant i äppeljuice, men även torkade äppelringar kan innehålla patulin⁹². Patulin i torkade äpplen härrör med stor sannolikhet från växt av *P. expansum* som är den viktigaste orsaken till toxinbildning i andra äppelprodukter.

Ett fåtal rapporter om andra mykotoxiner finns och bland annat har zearalenon detekterats i dadlar⁸⁷. *P. cyclopium* i torkade persimoner (sharon eller kakiplommon) sammankopplades med ett större utbrott av matförgiftning i Kina⁹⁸ och symptomen var bl.a. yrsel, illamående

och diarré som uppkom som snabbast 10 minuter efter konsumtion. Extrakt från svampen orsakade diarré, darrningar/skakningar hos möss.

Fusariumarter är bland de vanligaste svamparna på bananer. Lite är känt om fusariumtoxiner i färska eller torkade bananer men det finns enstaka studier där toxinbildande stammar av *F. graminearum*, *F. equiseti*, *F. verticillioides* och *F. proliferatum* har isolerats från bananer⁹⁹ och både 12,13-epoxytrichothecener och zearalenon har påvisats¹⁰⁰.

Baljväxter

Baljväxter inkluderar bönor, ärtor, kikärter och linser. Vanligtvis torkas de ätliga delarna av baljväxterna efter skörd för att sedan lagras under en längre tid men de kan också konsumeras färska eller konserveras som kokta och konsumtionsfärdiga. Precis som för spannmål är det viktigt att baljväxter som ska lagras under längre tid torkas till en vattenhalt där inte mögelsvamparna kan tillväxa och bilda mykotoxiner. Till skillnad från den stora mängd litteratur som finns på spannmål finns få studier gjorda på mögel och mykotoxiner i baljväxter. Redan 1979 genomförde Livsmedelsverket en studie på bönor och ärtor¹⁰¹. *Alternaria* isolerades från hälften av proverna men även arter av *Aspergillus* och *Penicillium* var vanligt. Bruna bönor var särskilt utsatta för mögelangrepp på grund av den skördemetod som användes. Bland de viktigaste toxinbildande arterna isolerades *P. verrucosum* (ochratoxin A, citrinin) och *P. cyclopium* (penicillinsyra). Toxiner som detekterades var ochratoxin A, zearalenon och penicillinsyra. Under 2004-2006 analyserade Livsmedelsverket mögel, ochratoxin A och aflatoxiner i ca 100 prover av linser, bönor och kikärter (se Bilaga 1, Trendproduktprojektet 2004-2005 och Riksprojektet 2006). Ett fåtal prov av kikärter och vita bönor var positiva för ochratoxin A och ett fåtal prov av kikärter var också positiva för aflatoxin. Många av proverna innehöll mykotoxinbildande mögelsvampar. Till exempel isolerades *A. flavus* från drygt hälften av de 18 proverna av röda linser och två tredjedelar av de 27 proverna av kikärter (Gidlund, A., opublicerade resultat). *Penicillium* isolerades från majoriteten av proverna. Förekomst av ochratoxin A i bönor har bland annat rapporterats från Kroatien och Bulgarien¹⁰². Sojabönor används för framställning av bland annat sojasås, sojamjöl och barnmat och är även en viktig proteinkälla för vegetarianer. Flera studier från Tyskland har påvisat *Fusarium*-toxiner, bland annat deoxynivalenol och zearalenon i sojaprodukter^{41,103}. *A. flavus* är vanlig i bönor odlade i varmare klimat och kan dominera mykofloran i bland annat sojabönor, mungbönor och kikärter⁵⁹.

Torkade kryddor

Kryddor härrör ofta från tropiska områden och på grund av detta, och på det sätt som kryddor framställs, är dessa ofta förorenade med höga halter av mögelsvampar. Den dominerande floran är ur sådana släkten som kan växa vid låga vattenhalter, det vill säga *Aspergillus*, *Eurotium* och *Penicillium*. Peppar kan innehålla ända upp mot 10⁷ kolonibildande enheter per gram krydda (cfu/g) och anses vara en vanlig orsak till mögelförorening av livsmedel. *A. flavus* och därmed aflatoxiner är vanliga i kryddor⁵⁹.

Kryddor av släktet *Capsicum*; paprika, chilipeppar och spansk peppar/cayenne, kan innehålla aflatoxiner och 1000 µg per kg har påvisats i chilipeppar av sämre kvalitet i Indien. Ochratoxin A är också vanligt förekommande och halter upp mot 100 µg per kg har påvisats^{87,104,105}. Även zearalenon, deoxynivalenol, diacetoxysciroopenol samt HT-2 har påvisats⁹⁰.

Ingefära kan också innehålla aflatoxiner och ochratoxin A men halterna är betydligt lägre än i till exempel capsicumkryddor. Förekomst av G-aflatoxiner indikerar att till exempel *A. parasiticus* eller *A. nomius*, och inte *A. flavus*, är den huvudsakliga producenten av aflatoxiner i ingefära. Gurkmeja (gulrot), en annan ingefärsväxt och en viktig ingrediens i curry, kan också innehålla ochratoxin A^{87,90,106,107}.

Lakritsrot och sötsaker av lakrits kan innehålla ochratoxin A och har rapporterats i flera undersökningar och halter upp mot 4 µg/kg har rapporterats i sötsaker⁸⁷. Ariño *et al.*¹⁰⁸ fann att alla analyserade prover (30 st) av lakritsrot och lakritsprodukter innehöll ochratoxin och främst torkad lakritsrot innehöll höga halter. Även teer av lakritsrot undersöktes och cirka 1-5 procent av det ursprungliga ochratoxinet går över i teet. Lakrits används, förutom i konfektyrproduktion, även i hostmediciner, pastiller, tuggtobak och engelsk porter.

Muskotnöt kan innehålla aflatoxiner och då ofta i höga halter^{105,109}. Det finns även rapporter om aflatoxin i kanel, saffran, kummin, koriander samt vit- och svartpeppar^{105,106,109,110}. Ochratoxin A förekommer i svartpeppar och i koriander¹⁰⁷ som dessutom kan innehålla zearalenon och deoxynivalenol⁹⁰.

Mykologiska undersökningar av svartpeppar visar att både aflatoxinbildande *A. flavus* och *A. parasiticus* förekommer och ochratoxinbildande *A. ochraceus*¹¹¹. I övrigt är det sparsamt med uppgifter kring vilka svampar som bildar mögelgifter i kryddor.

Frukt- och bärprodukter

Frukt och bär är mycket känsliga för mögelinfektion, framförallt under lagringen. Exempel är *Penicillium italicum* och *P. digitatum* som infekterar citrusfrukter eller *Botrytis cinerea* som infekterar bär och vindruvor. Dessa mögel förstör frukt och bär genom sin tillväxt men bildar inte mykotoxiner. Den viktigaste mykologiska hälsoriskerna utgörs av patulin som bildas av *P. expansum*. Patulin kan bildas och ackumuleras i frukt (äpple, päron) och bär (blåbär) om de tillåts mögla före skörd (till exempel fallfrukt) eller under lagringen¹¹². Patulin återfinns i högst koncentration i själva mögelangreppet men kan även spridas i fruktköttet. Därför rekommenderar Livsmedelsverket att konsumenten skär bort de delar av frukten som är angripna med god marginal. Patulin i färsk frukt och bär kan oftast undvikas genom att mögelsvampen påverkar utseendet i så stor grad att de flesta undviker att äta dem. Det kan däremot utgöra en risk då mögliga bär och frukter används vid framställning av frukt- och bärbaserade produkter, till exempel juice, sylt och puré. Livsmedelsverket har genomfört enstaka studier på förekomst av patulin. I en studie från 1979¹¹³ visade man att patulin bildades i lättsockrad sylt men inte i normalsockrad sylt. Under 1996–98¹¹⁴ analyserades äppeljuice, mixade fruktjuicer och blåbärsprodukter. Patulin påvisades i några äppeljuicer i låga halter, men inte i de andra produkterna. Under 2001–2003 genomfördes ett ”Ekologiprojekt” då 150 syltprov analyserades (75 ekologiska och 75 icke-ekologiska), varav 7 prov innehöll patulin (se Bilaga 1, Ekologiprojektet 2001–2003). Inom den offentliga kontrollen 2005 undersöktes 15 prov av barnmat utan anmärkning (se Bilaga 1, Kontrollprogram Patulin 2005).

Förekomst av patulin i fruktprodukter av äpple eller päron verkar inte vara ett stort problem inom Europa^{115–117} då endast enstaka prover rapporterats överskrida 50 µg/kg. Ekologiska produkter har visat en högre frekvens av patulin^{118,119}. Andra bär och frukter i vilka patulin kan förekomma är körsbär, jordgubbar, hallon, mullbär, persika¹²⁰ och hagtorn¹²¹. Analys av dessa produkter är utförda i Turkiet och Kina. Förutom patulin kan *P. expansum* även bilda citrinin, roquefortin C, chaetoglobosin och communesin¹²².

Vindruvor kan infekteras av ochratoxinbildande arter av *Aspergillus*, till exempel *A. carbonarius* och *A. niger*⁹⁶. Om dessa mögel bildar ochratoxin A i druvorna hamnar toxinet slutligen i druvjuice, vin eller russin beroende på vad vindruvorna ska användas till.

En sammanställning om förekomst av alternariatoxiner är gjord av Peter Scott²⁶. Naturlig kontamination av alternariol (AOH), alternariolmonometyleter (AME), tenuasonsyra (TEA) och även altenuene (ALT) samt altertoxin 1 (ALX-1) har påvisats i frukter och vegetabilier med synlig växt av *Alternaria*. Naturlig förekomst av toxinerna i processade produkter är mer ovanligt. Alternariolmonometyleter har också påvisats i några fall av

äppeljuice, plommon nektar, mandarin, röda vinbär, jordgubbar och hallon (för referenser se till exempel ^{26,123-125}).

Grönsaker, rotfrukter och andra vegetabiliska livsmedel

Mögelsvampar är vanliga kontaminanter under lagring av rotfrukter och andra grönsaker ^{126,127}. Det leder framförallt till produktförstörelse och ekonomiska förluster för producenten men i de fall grönsakerna används som råvara i mer processade produkter såsom juice, soppor och tomatbaserade produkter som ketchup och så vidare kan toxiner ändå förekomma i dessa produkter. Mykotoxinbildande mögelsvampar som isolerats från grönsaker och rotfrukter är till exempel arter av *Alternaria* (kål, gurka, avokado, paprika, morot, tomat), *Fusarium* (potatis, morot, lök, rädisa) och *Penicillium* (kål, tomat, lök, potatis, morot). Fumonisin har till exempel detekterats från sparrisknoppar ¹²⁸. *Alternaria*-toxiner har påvisats i morötter kontaminerade med toxinbildande isolat av *A. alternaria* och *A. radicina* ^{129,130} och även i tomatbaserade produkter ^{26,131}.

Det finns endast enstaka studier som beskriver förekomsten av toxinbildande mögelsvampar i potatis. Till exempel har stammar av *F. oxysporum* med förmåga att bilda både enniatiner och beauvericin isolerats ¹³². Nya rapporter visar att risken för deoxynivalenol i vete ökar då potatis använts som förgröda ²¹. Mekanismen bakom detta är ännu inte känd. *Penicillium* förekommer som förstörelseorganismer på grönsaker och rotfrukter ^{126,127} men rapporter om förekomst av deras mykotoxiner är få. En studie visar till exempel att cyklopiasonsyra (CPA) från *Penicillium* eller *Aspergillus* är vanlig i både krossade tomater och tomatpuré ¹³¹.

Amaranth och quinoa är två växtprodukter som börjat konsumeras i Sverige. Ett fåtal prover inkluderades i Trendproduktprojektet 2004-2005 men i övrigt saknas haltdata för dessa typer av livsmedel.

Kaffe, te och kakao

Det har gjorts många undersökningar gällande ochratoxin A och de mögelsvampar som bildar detta i kaffeböner. Ochratoxin A i kaffe började uppmärksammas under 1990-talet och detta ledde i sin tur till ett pilot-projekt 1996-1998, lett av europeiska kaffeindustrierna genom Scientific Information on Coffee (ISIC), där förekomst av ochratoxin A undersöktes i råkaffe som importerats till Europa. Pilotprojektet följdes av ett 5-årigt världsomspännande projekt lett av FAO och finansierat genom Common Fund for Commodities (CFC) (se <http://www.coffee-ota.org/>). Genom dessa projekt fick ochratoxin A mycket uppmärksamhet och data finns publicerat kring området sedan dess. Ochratoxin A i kaffe härrör främst från *A. ochraceus*, men även bildning genom *A. carbonarius*, *A. niger*, *A. sulphureus*, *A. westerdijkiae*, *A. steynii* and *A. sclerotiorum* förekommer ¹³³⁻¹³⁶. Vilken art som bildar toxinerna kan till viss del vara avgörande av klimat, sorter och geografiskt läge. Dessutom verkar *A. carbonarius* endast infektera kaffe efter skörd, medan *A. niger* och *A. ochraceus* kan finnas redan på mogen frukt på trädet. Kaffe kan också infekteras av aflatoxinproducerande *A. flavus* ^{136,137}. Soliman ¹³⁸ fann *A. flavus* i upp till 80 procent av råkaffe. Det finns däremot bara lite uppgifter om aflatoxin i kaffe men det kan delvis bero på att toxinet bryts ner vid rostningen. I Solimans undersökningar fann man att cirka 40-60 procent av aflatoxinet bröts ner och att nedbrytningen var beroende av temperatur och typ av rostning. Under 1999 analyserade Livsmedelsverket förekomst av ochratoxin A i 27 kaffepröver. Frekvensen positiva prover var hög (96 procent) men halterna var låga (0,01-1,2 µg/kg; Bilaga 1, Kaffeanalyser 1999).

En sammställning av mögelsvampar i kakao har nyligen gjorts av Sanchez-Hervás *et al.* ¹³⁹. De dominerande toxinbildande arterna är *A. flavus*, *A. tamari*, *A. nigri* och

A. carbonarius som bildar aflatoxiner, ochratoxin A och cyklopiasonsyra (CPA).

Ochratoxinförekomst i kakao och chokladprodukter har rapporterats från ett flertal länder^{139,140}. I en större spansk undersökning analyserades ca 300 prover av choklad och kakaopulver¹⁴¹. Ochratoxin A påvisades i alla prov utom ett. Halterna var till största delen låga och motsvarade under 1 procent av det tolerabla dagliga intaget. Andra uppskattningar av ochratoxin A intag från kakao konfirmerar att kakao inte är någon större källa för ochratoxin exponering¹⁴⁰. Äldre undersökningar från 1970-talet har pekat på låga halter av aflatoxin i kakao men detta saknar troligtvis betydelse för det totala intaget av aflatoxiner.

Det är lite rapporterat om mykotoxiner och mögel i teer. Det finns rapporter om fumonisiner i örte och vanligt svart te^{87,142}. Undersökningar av örteer och medicinalväxter visar att den dominerande floran är arter av *Aspergillus* och *Penicillium*. Aflatoxiner, ochratoxin A och zearalenon förekom i 7 undersökta medicinalväxter. Författarna antog att även örteer kan innehålla mögelgifter¹⁴³. *A. niger* var den vanligaste mögelarten i 48 prover av svart te. Även *A. flavus* förekom men inget av isolaten bildade aflatoxin. Aflatoxin i te orsakade en RASFF-notifiering under 2008.

Vin, öl och andra alkoholhaltiga drycker

Mögel och mykotoxiner i alkoholhaltiga drycker beror först och främst på förekomsten i den råvara som används men det finns även exempel på processer där koncentrationen av mykotoxiner minskar eller ökar under tillverkningen. Vid framställning av öl kan halten mykotoxiner öka under mältningen då mögelsvampar kan växa till¹⁴⁴. De viktigaste råvarorna för framställning av alkoholhaltiga drycker är vindruvor för tillverkning av vin samt korn och vete för framställning av öl. Även äpple och päron används för framställning av cider men i mindre omfattning.

I öl förekommer framförallt fusariumtoxiner deoxynivalenol, T-2, HT-2 och nivalenol. Två europeiska studier har visat att deoxynivalenol är vanligt i öl men i låga nivåer^{145,146}. I den ena studien¹⁴⁶ analyserades även sju svenska öl varav fyra prover innehöll deoxynivalenol i låg koncentration. En större kartläggning (100-200 prover per år mellan 2002-2008) genomförd av den europeiska branschorganisationen EUROMALT visar att koncentrationen T-2 och HT-2 är högre i kornet än i malten medan deoxynivalenol kan både öka och minska från korn till malt¹⁴⁷. Koncentrationen verkar dessutom öka mest då koncentrationen deoxynivalenol i kornet redan är hög. Branschens resultat visar också på en generell ökning i koncentrationen av fusariumtoxiner i korn och malt sedan 2002 då kartläggningen startade^{147,148}.

Ochratoxin A förekommer i både öl och vin. I öl har toxinet med stor sannolikhet bildats av mögelsvampen *P. verrucosum* och i vin av svampar inom gruppen "svarta aspergiller", främst av *A. carbonarius*¹⁴⁹. Ochratoxin A är stabilt genom tillverkningsprocessen och är vanligt i öl över hela världen, dock i låga nivåer (för sammanfattning, se Mateo *et al.*¹⁴⁹). Generellt verkar nivåerna av ochratoxin A vara högre i vin än i öl¹⁴⁹. Haltdata och intagsberäkningar för öl har gjorts för belgiska konsumenter med slutsatsen att ochratoxin A i öl inte utgör en risk för medelkonsumenten^{145,150}.

Om äpplen infekterade med *P. expansum* används för framställning av äppelbaserade alkoholhaltiga drycker, framförallt cider, kan patulin bildas och finnas kvar i den färdiga drycken¹¹².

För alkoholhaltiga drycker som tillverkats i hemmet är jäsningsprocessen mindre kontrollerad och risken för kontamination och tillväxt av andra mikroorganismer än starterkulturen är större än vid kommersiell tillverkning. Det finns exempel då tillväxt av *P. roqueforti* och *P. crustosum* har orsakat akut förgiftning vid konsumtion av hemmagjort vin

respektive öl^{151,152}. Båda svamparna kan bilda toxinerna roquefortin C, PR toxin, isofumigaclavine A och B samt festuclavin.

Mjölk och mejeriprodukter

Mjölk och mjölkprodukter kan kontamineras av mögel och mykotoxiner både indirekt via kontaminerat foder eller direkt genom avsiktlig eller oavsiktlig tillsats av mögel. Indirekt kontamination sker då kor äter foder kontaminerat med mögel och mykotoxiner. Vissa toxiner kan metaboliseras av mjölkproducerande djur (till exempel ko, get eller får) och sedan utsöndras i mjölken. Det viktigaste exemplet är aflatoxin B₁ som omvandlas i kornas lever till aflatoxin M₁ varav ca 1-2 procent passerar över i mjölken²⁹. Aflatoxin är framför allt en risk i foder och foder ingredienser som importerats från tropiska och subtropiska länder där aflatoxinbildande arter av *Aspergillus* är vanligt förekommande. Ochratoxin A har också påvisats i både svensk och norsk mjölk^{153,154} och även zearalenon kan passera över till mjölken om korna äter foder med högt innehåll. Då mjölken processas vidare till exempelvis ost kan toxinerna påvisas även i den slutliga produkten. López *et al.*¹⁵⁵ visade att 40 procent av aflatoxinet fanns kvar i ost tillverkad av mjölk som innehöll aflatoxin M₁.

Livsmedelsverket analyserar aflatoxin M₁ i ca 30 mjölkprov per år inom kontrollprogrammet för rests substanser i slaktkroppar^d. Alla analyser visar på halter under kvantifieringsgränsen (0,005 mg/kg). Några analyser på ost har inte genomförts på Livsmedelsverket.

Direkt kontamination av ost kan ske avsiktligt genom tillsats av starterkulturer under produktionen av vit- och grönsmörgelost eller oavsiktligt genom att mögelsporer kontaminerar och tillväxer på ostens yta under produktion och lagring.

De vanligaste arterna som används som starterkulturer är *P. camemberti* i vitmörgelost och *P. roqueforti* i grön- och blåsmörgelost. *P. camemberti* kan bilda cyklopiasonsyra (CPA) och toxinet har även påvisats i camembertost¹⁵⁶. Cyklopiasonsyra kan även bildas av *A. flavus* och passera över i mjölken via kontaminerat foder¹⁵⁷. *P. roqueforti* kan bland annat bilda toxinerna roquefortin C, mykofenolsyra, penitrem och PR-toxin. Roquefortin C är vanligt i olika typer av mögelost i halter mellan 0,07-12 mg/kg¹⁵⁸⁻¹⁶⁰ och även mykofenolsyra har påvisats¹⁵⁸. PR-toxin förekommer inte i ost på grund av att det snabbt bryts ned i närvaro av ammoniak och ammoniumsalt som också finns i ost¹⁶¹. Det finns inga rapporter om naturligt förekommande penitrem i mögelost men Kokkonen *et al.*¹⁶² har visat att ost är ett mycket bra substrat för tillväxt av *P. crustosum* och bildning av penitrem A och roquefortin C. Penitrem A, producerat av *P. crustosum*, har däremot påvisats i naturligt kontaminerad mjukost^{151,163}.

Vanlig hårdost är känslig för mögelkontamination och lagras därför i kyltemperatur. Trots det är mögeltillväxt på ostens yta vanligt och det är ofta nödvändigt för producenten att tillsätta hämmande ämnen på ytan av osten, tvätta den på olika sätt och slutligen skära bort mögliga delar innan försäljning. Mögelsvampar som kontaminerar ost är framförallt arter av *Penicillium* men även *Aspergillus* förekommer^{164,165}. Vanliga arter som rapporterats är *P. commune*, *P. nalgiovense*, *P. roqueforti*, *P. verrucosum* och *A. versicolor*. *A. versicolor* kan bilda sterigmatocystin och toxinet har påvisats i kontaminerad ost^{165,166}. Ochratoxin-producerande stammar av *P. verrucosum* har isolerats från ost liksom stammar av *P. commune* som kan producera cyklopiasonsyra¹⁶⁴. *P. expansum* har isolerats från getost (opublicerade resultat, Livsmedelsverket) och kan bilda både citrinin och patulin. Citrinin kan bildas och är stabilt i ost¹⁶⁷. Även patulin, penicillinsyra och mykofenolsyra har påvisats i hårdost av ko och get¹⁶⁶.

^d enligt Direktiv 96/23/EG

Övriga animaliska produkter

Kött och ägg kan bli indirekt kontaminerade av mykotoxiner via djurens foder men också via halmen. Framförallt ochratoxin A, cyklopiasonsyra och zearalenon men även fumonisiner och trichothecener kan i viss mån tas upp av olika organ och vävnader (inklusive ägg)²⁹. Det finns studier som visar att även aflatoxin B₁ kan tas upp från hönsfoder och ackumuleras i äggen, men det är först vid mycket höga halter, över 500 mikrogram per kilo foder¹⁶⁸. Även låga halter av ochratoxin i foder kan leda till ackumulering bland annat i njurar och lever i både gris och kyckling (se sammanfattning av Kuiper-Goodman *et al.*¹⁶⁹. Micco *et al.*¹⁷⁰ visade att ochratoxin ackumulerades i högre grad om fodret innehöll både ochratoxin A (50 mikrogram per kg) och aflatoxin B₁ (50 mikrogram per kg). När foder med 25 mikrogram ochratoxin A per kg utfodrades till grisar under 119 dagar ackumulerades ochratoxin A i njurarna (69 mikrogram per kg), levern (52 mikrogram per kg) och även i korv som producerats av köttet (5 mikrogram per kg)¹⁷¹. Cyklopiasonsyra ackumuleras i ägg, framförallt i äggvitan, vid höga halter cyklopiasonsyra i fodret¹⁵⁷. De flesta publicerade studier som gjorts på mykotoxiner i djur är gjorda på gris eller fjäderfä. Uppgifter om förekomst av mykotoxiner i nötkött saknas nästan helt. En tysk studie analyserade ochratoxin A i 640 olika typer av köttprodukter från gris, nöt och kyckling¹⁷². De fann ochratoxin A i cirka 17 procent av produkterna från gris, cirka 2 procent från nöt men inget i kycklingprodukterna. Det var då framför allt i produkter baserade på lever och blod (till exempel leverkorv, blodkorv).

På grund av att en stor andel griskött fick kasseras till följd av höga halter ochratoxin A införde Danmark redan 1978 ett kontrollprogram för ochratoxin A i griskött¹⁷³. Njurarna undersöks visuellt och vid tecken på skador (ovanligt ljus färg och högre vikt än normalt, så kallad nefropatinjure) analyseras njurarna kemiskt²². Målsättningen med kontrollprogrammet var att genom att kassera kött från grisar med njurar som innehåller mer än 25 mikrogram per kg få ner halten ochratoxin A i köttet till mindre än 10 mikrogram per kg. Detta baserades på antagandet att toxinhalten i köttet var 40 procent av den påvisade halten i njure. Jørgensen och Petersen²² visade senare att förhållandet kan variera beroende på den totala halten ochratoxin A. I Danmark minskade andelen grisar med över 25 mikrogram ochratoxin A per kg njure från cirka 14 procent under 1989 till mindre än 1 procent under 1995.

Med anledning av det danska kontrollprogrammet utfördes under 1978 en kartläggning över nefropatinjuror i svenska svin¹⁷⁴. Av totalt 207 000 njurar hade 90 stycken avvikande utseende och analyserades därför på halten ochratoxin A. Av dessa innehöll 24 njurar ochratoxin A (max 88 mikrogram per kg). Man ansåg att frekvensen var låg och att det inte förelåg någon hälsorisk för konsumenten, förutsatt att njurar med normalt utseende inte innehöll ochratoxin A¹⁷⁴. Inom kontrollprogrammet för rests substanser i slaktroppar^d kontrollerar Livsmedelsverket ochratoxin A i njure hos ett 60-tal djur per år varav cirka 40 från svin, 10 från ungnöt samt några från lamm och häst. Ochratoxin A analyseras även i kycklingkött och fisk. Endast vid något enstaka tillfälle har fynd av ochratoxin A gjorts under de senaste 15 åren. Under 2007 upptäcktes dock tre fall av ochratoxin A över detektionsgränsen (1 ng/kg) i ungnöt och svin och under 2008 tre fall av ochratoxin i svin. Gränsvärden saknas för närvarande för ochratoxin A i kött. Resultaten indikerar att det förekommit lagringsskador på spannmålen och ochratoxinbildning. Detta kan bero på den ökade skördevattenhalten under senare år (T Börjesson, Lantmännen, personlig kontakt) som är en riskfaktor just för infektion med *P. verrucosum* och ochratoxin bildning.

Ochratoxin A kan även detekteras i grisblod och det är därför möjligt att undersöka om grisarna ackumulerat ochratoxin redan innan de slaktas¹⁷⁵. Det är okänt hur detta följts upp under åren. Frankrike har också haft ett kontrollprogram för ochratoxin A i griskött¹⁷⁶.

Köttprodukter kan också bli direkt kontaminerade av mögelsvampar under produktion och lagring. Det gäller framförallt torkade och fermenterade köttprodukter med längre

hållbarhetstid eftersom mögelsvamparna inte hinner tillväxa i färskt kött innan det konsumeras eller förstörs av bakterier. Det finns dock exempel på hamburgare där man hittat penitrem A och mögelsvampen *P. crustosum*⁸³. Vanliga mykotoxinbildande mögelsvampar på torkad skinka är framförallt arter av *Penicillium* och *Aspergillus*^{6,177}. Bland de vanligast mykotoxinbildande arterna är *P. nordicum*⁶ (ochratoxin A), *A. versicolor*¹⁷⁸ (sterigmatocystin) och *A. flavus*¹⁷⁷ (aflatoxin). Den citrininproducerande mögelsvampen *A. viridicatum* nämns också ofta som kontaminant på skinka¹⁷⁹. Till skillnad från *P. verrucosum* som är vanlig i spannmål isoleras *P. nordicum* bara från proteinrika livsmedel till exempel köttprodukter som korv och skinka¹⁸⁰. Förekomsten av toxinbildande mögelsvampar på torkad skinka betyder inte nödvändigtvis att毒素et bildas då mögelsvampen tillväxer på produkten. Få studier är gjorda på bildning och stabilitet av mykotoxiner på torkad skinka. De få studier som finns visar att patulin och aflatoxin inte kan bildas^{177,181} medan ochratoxin A bildas av *A. ochraceus* men inte av *Penicillium*^{181,182}. De toxiner som enligt Bailly *et al.*¹⁸¹ kan bildas och är stabila under lagring av torkad skinka är citrinin och cyklopiasonsyra. Utöver de prover som analyseras inom kontrollprogrammet för rests substanser för slaktkroppar finns inga mögel eller mykotoxinanalyser gjorda på kött och köttprodukter i Sverige.

Ekologiskt jämfört med konventionellt producerade livsmedel

Skillnader i mykotoxininnehåll mellan konventionellt och ekologiskt odlade produkter har undersökts i ett relativt stort antal studier de senaste 10-15 åren¹⁸³, men inga signifikanta eller skillnader har kunnat upptäckas. Vissa resultat pekar på att deoxynivalenolhalter i vissa fall är lägre i ekologiskt odlad spannmål/spannmålsprodukter medan patulin ibland är högre i ekologiska fruktprodukter. I de fall man sett signifikanta skillnader, har exponeringsberäkningar inte visat på någon skillnad som skulle kunna påverka konsumentens hälsotillstånd eftersom intaget varit under det tolerabla dagliga intaget fastställt av JECFA^e eller EFSA^f. Det finns dock fortfarande ett behov för ytterligare studier på skillnader mellan ekologisk respektive konventionell produktion eftersom de flesta studier inte är utförda på ett sådant sätt att man kan se om skillnader i mykotoxinhalter beror på odlingsystemet eller på andra faktorer. Vidare har man i befintliga studier tittat på de välkända mykotoxinerna som idag är reglerade men vi vet mycket lite om övriga, till exempel de som bildas av *Alternaria*- eller mjöldrygesvampar.

Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF)

Inom EU finns ett system för varning om hälsovådliga livsmedel och foder, RASFF. Detta snabba utbyte av information bidrar till att medlemsländerna snabbt blir varse om att en hälsovådlig produkt finns på den europeiska marknaden. De kan då säkerställa att produkten, om den finns, tas bort från marknaden även i det enskilda medlemslandet. Varje gränsöverskridande resultat ska rapporteras genom detta system oavsett om det analyserats vid gränskontroller, offentlig kontroll eller matförgiftningsutbrott. Livsmedelsproducerande företag är skyldiga att anmäla överskridande värden från egenkontrollen till berörd myndighet^g. Myndigheten skall i sin tur RASFF-notifiera råvaran/livsmedlet. Aflatoxin är det mykotoxin som oftast rapporteras i RASFF-systemet. Under 2007 rapporterades 754

^e JECFA; Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives

^f EFSA; European Food Safety Authority; Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet

^g EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (EG) nr 178/2002 av den 28 januari 2002 om allmänna principer och krav för livsmedelslagstiftning, om inrättande av Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet och om förfaranden i frågor som gäller livsmedelssäkerhet

gränsöverskridanden för mykotoxiner (av totalt 2976) varav 705 gällde aflatoxin⁷⁹. Av dessa RASFF-notifieringar utgjordes majoriteten av aflatoxin i nötter (Tabell 3). I stort sett alla RASFF-notifieringar för mykotoxiner kommer från gränskontrollen. Nationella kartläggningar som pekar på höga halter i en specifik produkt kan leda till skyddsbeslut om ökad importkontroll. Det finns skyddsbeslut för flera olika nötter från utpekade länder och i vissa fall ska varje parti kontrolleras. Detta bidrar till att nötter är frekvent representerat i RASFF-statistiken.

Tabell 3. Fördelning av RASFF-notifieringar mellan livsmedel och mykotoxin under 2007⁷⁹.

Mykotoxin	Spannmål, bageri-produkter	Kakao, kaffe, te	Frukt och grönt	Örter och kryddor	Mjölk och mjölk-produkter	Nötter, nöt-produkter, frön
aflatoxin	21		70	35	1	568
deoxynivalenol	7					3
fumonisin	9					
ochratoxin	7	7	6	10		
zearalenon	3					1

De nötter som hade flest RASFF-notifieringar under 2007 var pistachmandel (176), jordnötter (163), hasselnötter (105), mandel (76) och paranötter (1)^h. Andra produkter som sticker ut i statistiken är aflatoxin i torkade fikon (63) och melonkärnor (17). Övriga produkter som RASFF-notifierades var aflatoxin i kryddor (chili, paprika, muskot och gurkmeja), spannmål (basmati- och jasminris) och bönor.

Under 2008 rapporterades 774 RASFF-notifieringar från mykotoxiner varav 747 gällde aflatoxin (preliminär sammanställning baserade på RASFF-notifieringar från 2008^c). De produkter med högst antal RASFF notifieringar var jordnötter (318), pistachmandel (221), hasselnöt (57), torkade fikon (95), mandel (39), ris (29), majsbaserade produkter (21) och melonkärnor (21). Produkter med enstaka RASFF var andra nötter (valnöt, paranöt, pecannöt, pinjenöt och cashewnöt), kryddor (chilipulver, curry, muskot), aprikoskärnor och solrosfrö. Antalet RASFF för övriga toxiner var 19 för ochratoxin (kaffe, russin, gurkmeja, chilipulver, curry, te, råg, torkade fikon och rött vin), fyra för deoxynivalenol (vete, vetemjöl, cornflakes), två för fumonisin (majsmjöl) och två för zearalenon (bovete).

^h Importen av paranötter i skal var i princip obefintlig under 2007 vilket kan förklara det låga antalet RASFF för paranötter.

Farokarakterisering, intagsberäkningar och riskuppskattning

De vanligaste mykotoxinerna och deras hälsoeffekter finns sammanställda i Tabell 4. Haltdata finns sammanfattade i Bilaga 1, metoder för intagsberäkningar och riskuppskattning finns beskrivet i Bilaga 2.

Tabell 4. Kortfattad översikt över sannolika hälsoeffekter av mykotoxiner som kan förekomma i livsmedel.

Mykotoxin	Hälsoeffekter på människa ¹	
	Akuta effekter	Långsiktiga effekter (IARC klass) ²
Aflatoxiner Aflatoxin M ₁ Alternariatoxiner	Leverskador okänd okänd	Levertumörer (1) Möjlig human carcinogen (2B) Ingen bedömning av IARC Genotoxiska i djurstudier
Citrinin Ergotalkaloider	Njurskador Kärlsammandragande, kräkningar	Inte klassificerad som carcinogen (3) Försämrad blodcirkulation t.ex. i extremiteterna och i hjärtats kranskärl
Fumonisin B ₁ och B ₂ Ochratoxin A	Njur- och leverskador Njurskador, fosterskador i djurstudier	Möjlig human carcinogen (2B) Möjlig human carcinogen (2B) Njurtumörer hos djur Nedsatt immunförsvar
Patulin	Magbesvär, diarré, foster- skador i djurstudier	Inte klassificerad som carcinogen (3) Nedsatt immunförsvar
Tremogener	Neurologiska besvär: skakningar, kräkningar	Ingen bedömning av IARC
Trichotecener	illamående, kräkningar, diarré, inre blödningar	Inte klassificerade som carcinogen (3) Nedsatt immunförsvar
Zearalenone	Hormonella effekter, abortering i djurstudier	Hormonella effekter, fertilitetsstörningar Inte klassificerad som carcinogen (3)

¹de flesta toxiska effekter är väl studerade på djur men av uppenbara skäl kan effekter på människa enbart studeras vid naturliga utbrott och därför är det svårare att bedöma eventuell effekt

²International Agency for Research on Cancerⁱ

Trichothecener

De trichothecener som beskrivs här är följande; deoxynivalenol (DON), acetyl-DON, nivalenol (NIV) samt T-2 och dess metabolit HT-2. Mycket höga halter av trichothecener orsakar emellanåt förgiftningar hos husdjur som yttrar sig som diarré, kräkningar, inre blödningar, tillväxthämning och nedsatt immunförsvar. Djurförsök har visat att speciellt T-2 har hög akuttoxicitet. JECFA anser i sin bedömning av T2 att toxinets eventuella cancerframkallande effekter bör klargöras¹⁸⁴. I en tidigare bedömning utförd av den internationella vetenskapliga WHO-kommittén IARC klassas inte T2 som cancerframkallande¹⁸⁵.

ⁱ <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/Listagentsalphorder.pdf>

Tidigare intagsberäkningar och toxikologiska riskbedömningar av trichothecener har gjorts inom ett nordiskt projekt¹⁸⁶. Resultatet från det arbetet sammanfaller väl med JECFAs slutsats. Den nordiska arbetsgruppen föreslog ett TDI^j (tolerabelt dagsintag) för summan av T-2 och HT-2 på cirka 200 ng per kg kroppsvikt med en säkerhetsfaktor på 1000. För DON föreslog gruppen ett TDI på 1000 ng per kg kroppsvikt. Eftersom kunskapen om Ac-DON och NIV är lägre var man mer osäker på lämpligt TDI, gruppen föreslog dock att det bör vara lika som för DON. I JECFAs utvärdering från år 2001, föreslogs ett tTDI på 1000 ng per kg kroppsvikt för DON med en säkerhetsfaktor på 100¹⁸⁴ och på 60 ng per kg kroppsvikt med en säkerhetsfaktor på 500 för summan av T-2 och dess metabolit HT-2. För NIV föreslogs ett tTDI på 700 ng per kg kroppsvikt¹⁸⁷.

Intag av deoxynivalenol och nivalenol

Intagsberäkningarna av deoxynivalenol (DON) är baserade på konsumtionen av de tre spannmålsprodukterna, havre, råg och vete, där vete spelar störst roll för toxinintaget (Bilaga 1). Medelintaget av DON hos vuxna är cirka 120 ng per kg kroppsvikt och dag (Tabell 5) med god marginal under tTDI på 1000 ng per kg kroppsvikt (Figur 1). Personer som äter mycket veteinnehållande livsmedel har uppskattningsvis ett intag som är knappt det dubbla av medelkonsumtionen, även det betryggande under tTDI (Figur 1). Högkonsumtionen av vete har större betydelse för det totala intaget av DON i jämförelse med högkonsumtion av havre. Intaget för Ac-DON är ej beräknat, men torde vara lägre än intaget av DON och därmed betryggande under TDI. Resultatet överensstämmer väl med tidigare intagsberäkningar för svenskar¹¹⁴.

Beräknat intag av nivalenol (NIV), som också är baserat på haltdata från spannmål, är lägre än DON, cirka 20 ng per kg kroppsvikt och dag (Tabell 6), betryggande under tTDI på 700 ng per kg kroppsvikt (Figur 1).

Tabell 5. Uppskattning av intaget av deoxynivalenol (DON) från livsmedel innehållande havre, vete och råg. Konsumtionsdata från Riksmaten¹⁸⁸.

Livsmedel (n) ¹	Toxinhalt DON, (µg/kg) ²	Konsumtion män och kvinnor(g/dag)		Intag av toxin (ng/kg kroppsvikt dag)
		medel		medel/hög
vete (361)	75	89/150 ³		95/161 ³
råg (192)	35	33		17
havre (108)	47	5/35 ³		3/21 ³
havre ⁴	47	20/50 ³		12/30 ³
Totalt:				~120/ ~185h

¹n=antal analyserade prover

²haltdata är baserade på Livsmedelsverkets egna studier; Spannmålsprojektet 1999 och Ekologiprojektet 2001-2003 (se Bilaga 1, analyser gjorda på SLV), samt från Lantmännens analyser av spannmål

³högkonsumtion av ett livsmedel definieras som 95:te percentilen (det vill säga endast 5 procent av personerna har ett ännu högre intag)

⁴enbart konsumenter av havre

^j TDI är den dos man anser att en människa kan tänkas utsättas för av en viss kemikalie utan att man löper någon överhängande risk för ohälsa. TDI sätts alltid med god marginal, med en så kallad säkerhetsfaktor, under den lägsta dos som i djurförsök uppvisat mätbar effekt. Faktorer som påverkar säkerhetsfaktorn är till exempel skillnader mellan arter och skillnader mellan individer.

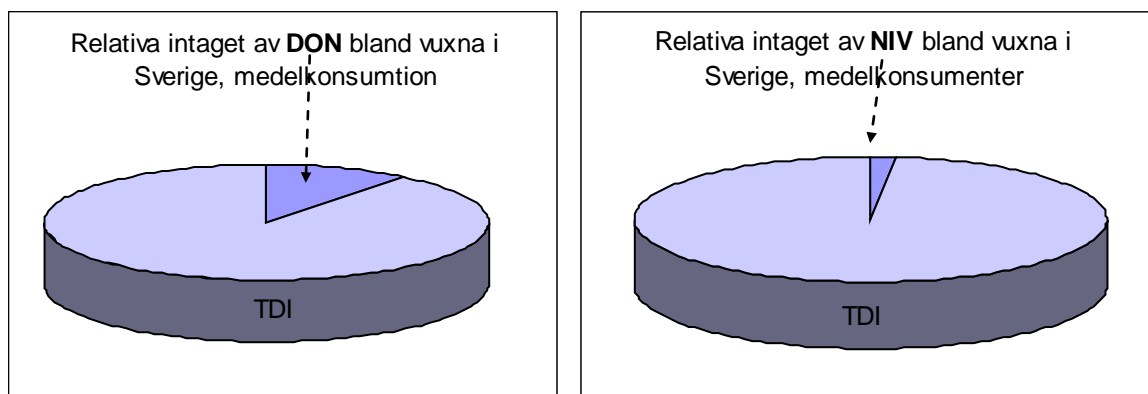
Tabell 6. Uppskattning av intaget av nivalenol (NIV) från livsmedel innehållande havre, vete och råg. Konsumtionsdata från Riksmaten¹⁸⁸.

Livsmedel (n) ¹	Toxinhalt NIV, (µg/kg) ²	Konsumtion män och kvinnor(g/dag)	Intag av toxin (ng/kg kroppsvikt dag)
		medel / hög	medel/hög
vete (80)	6	89/150 ³	8
råg (83)	13	33/80 ³	6
havre (108)	32	5/35 ³	2/16 ³
Totalt:			~16/ ~ 30 ³

¹n = antal analyserade prover

²haltdata är baserade på Spannmålsprojektet 1999 och Ekologiprojektet 2001-2003 (se Bilaga 1, analyser gjorda på SLV)

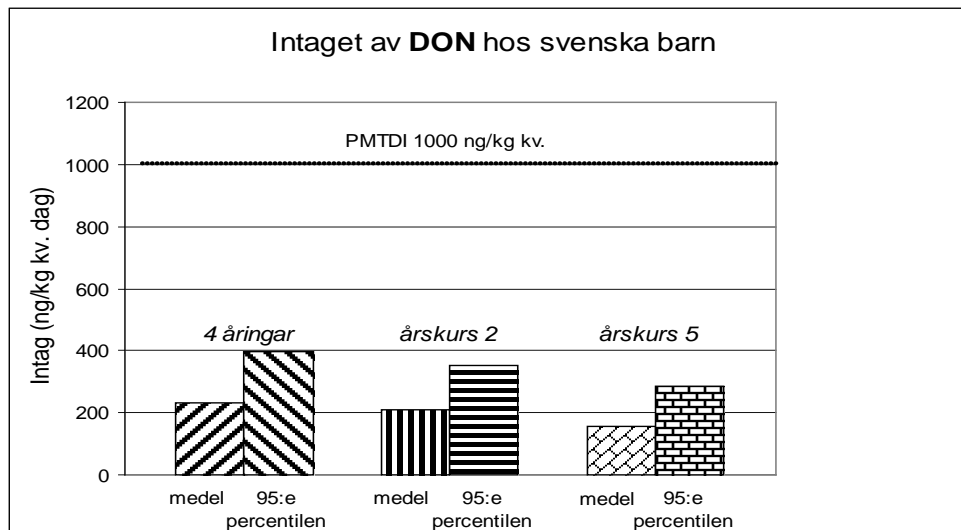
³högkonsumtion av ett livsmedel definieras som 95:te percentilen (det vill säga endast 5 procent av personerna har ett ännu högre intag)



Figur 1. Intaget för vuxna av deoxynivalenol (DON) och nivalenol (NIV) från olika livsmedel i förhållande till tTDI. Figuren visar intaget hos en hypotetisk individ som är medelkonsument av samtliga av de ingående livsmedlen. Den ljusare delen avser utrymmet mellan intaget och tTDI. Konsumtionsdata från Riksmaten¹⁸⁸.

Barn

Medelintaget respektive 95:e percentilen av DON bland 4-åringar beräknas till 200 respektive 400 ng per kg kroppsvikt och dag, bland 8-åringar till 200 respektive 400 ng per kg kroppsvikt och dag och bland 12-åringar till 200 respektive 300 ng per kg kroppsvikt och dag (Figur 2). Intagsberäkningarna är baserade på haltdata från spannmål¹⁸⁹.



Figur 2. Intaget (ng/ kg kroppsvikt och dag) av deoxynivalenol för barn i åldern 4, 8 och 12 år. PMTDI står för Provisional Maximum Tolerable Daily Intake, det vill säga tillfälligt tolerabelt dagsintag (tTDI).

Intag av T-2 och HT-2

Intagsberäkningarna av T-2 och HT-2 är baserade på konsumtionen av havre (Bilaga 1, Ekologiprojektet 2001-2003). T-2 och HT-2 har även rapporterats förekomma i andra spannmål, till exempel råg och vete, men svenska data saknas. Inget av proverna av vete och råg som inkluderades i Ekologiprojektet uppvisade mätbara halter av T-2 och HT-2. Eftersom öl tillverkas med hjälp av malt är också öl en tänkbar källa för T-2 och HT-2 men även här saknas svenska haltdata. Samtal med produktansvarig, Ingeborg Persson (2008), vid Pripps bryggerier indikerar att intaget av T-2 och HT-2 från öl sannolikt är lågt eftersom inga prover tagna inom egenkontrollen uppvisat halter över kvantifieringsgränsen.

Medelintaget för vuxna från havre och intaget för de som tillhör 95:e percentilen av T-2 och HT-2 är cirka 2 respektive 14 ng per kg kroppsvikt och dag. För den grupp av vuxna som äter en portion eller drygt två portioner havregrynsgröt varje dag torde intaget bli betydligt högre. För dessa personer är uppskattningsvis intaget av T-2 och HT-2 cirka 8 och 20 ng per kg kroppsvikt och dag, med andra ord fortfarande betryggande under tTDI, Tabell 7, Figur 3.

Vid en jämförelse av medelintaget för T-2 och HT-2 med andra studier, till exempel med SLV:s mykotoxinrapport från 1998¹¹⁴ och med JECFAs utvärdering av intaget i Europa¹⁸⁴ är medelintaget framräknat i denna rapport betydligt lägre, det vill säga 2 ng per kg kroppsvikt jämfört med 11 och 16 ng per kg kroppsvikt och dag för SLV-, respektive JECFA-rapporten. En betydelsefull skillnad mellan studierna är att man i de båda tidigare studierna baserat intagsberäkningarna helt och hållet på oprocessad spannmål där halterna är betydligt högre men kanske inte lika relevanta som grund för intagsberäkningar. I övrigt har man i JECFAs rapport utgått från att analysresultat under kvantifieringsgränsen inte alls innehåller T-2 och HT-2 vilket borde leda till en underskattning. I den svenska rapporten har icke kvantifierbara prover uppskattats innehålla halva kvantifieringsgränsen. Det är möjligt att en ny studie skulle ge andra haltdata eftersom det finns indikationer på att förekomsten av T-2 och HT-2-producerande mögelsvampar har ökat i Norra Europa.

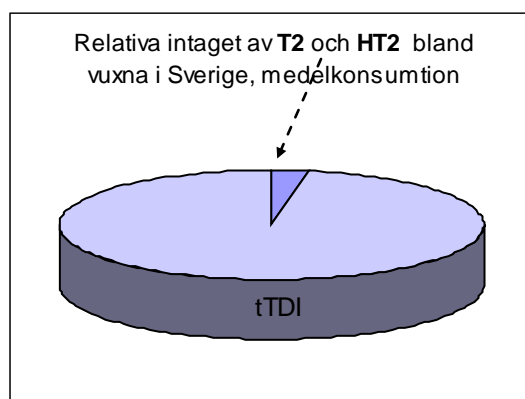
Tabell 7. Uppskattning av intaget av T-2 och HT-2 från livsmedel innehållande havre. Konsumtionsdata från Riksmaten¹⁸⁸.

Livsmedel (n ¹)	Toxinhalt T-2/HT-2, (µg/kg) ²	Konsumtion män och kvinnor (g/dag) medel	Konsumtion män och kvinnor (g/dag) hög	Intag av toxin (ng/kg kroppsvikt dag) medel	Intag av toxin (ng/kg kroppsvikt dag) hög
havre (98)	28	5	35	2,0	14
havre ³		20 ³	50 ³	8,0 ³	20 ³
Totalt:				~2/ ~8 ³	~14/ ~20 ³

¹ n = antal analyserade prover

² alldata för havreprover är hämtade från Ekologiprojektet 2001-2003 med kvantifieringsgränsen 25 µg/kg (se Bilaga 1, analyser gjorda på SLV). Vi uppskattar att prover som uppvisar halter under LOQ antas vara ca 10 µg/kg

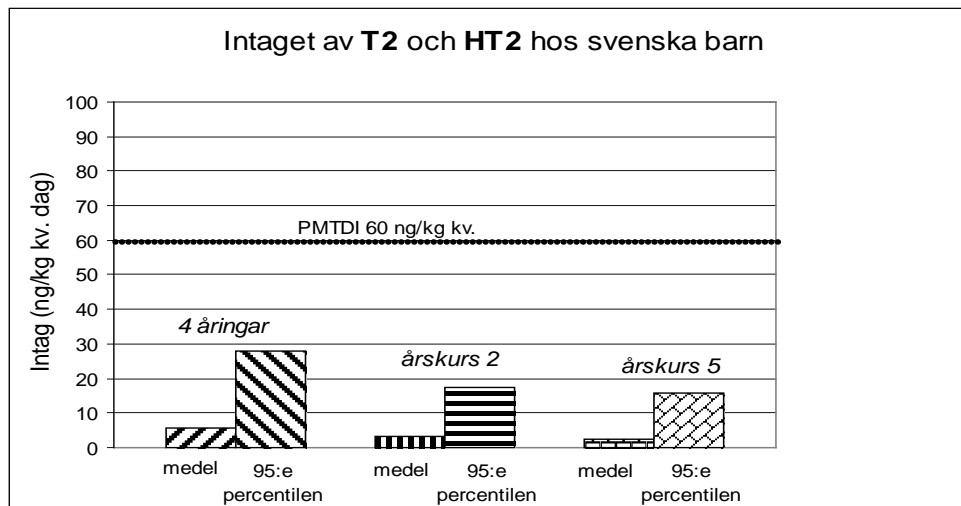
³ konsumtion och intag beräknat från de som konsumerar havre



Figur 3. Intaget för vuxna, av T-2 och HT-2 från havre i förhållande till tTDI. Figuren visar intaget hos en hypotetisk individ som är medelkonsument av havrebaserad mat. Den ljusare delen avser utrymmet mellan intaget och tTDI. Konsumtionsdata från Riksmaten¹⁸⁸.

Barn

Medelintaget av T-2 och HT-2 respektive 95:e percentilen bland 4-åringar är 6 respektive 28 ng/kg kroppsvikt och dag, bland 8-åringar 3 respektive 18 ng per kg kroppsvikt och dag samt bland 12-åringar 3 respektive 16 ng per kg kroppsvikt och dag (Figur 4). Många barn äter havregrynsgröt till frukost och för en 4-åring som äter en portion havregrynsgröt per dag (en portion = 40 g) beräknas intaget bli cirka 60 ng per kg kroppsvikt och dag¹⁸⁹, det vill säga i nivå med tTDI.



Figur 4. Intaget (ng per kg kroppsvikt och dag) av T2 och HT2 för barn i åldern 4, 8 och 12 år. PMTDI står för Provisional Maximum Tolerable Daily Intake, det vill säga tillfälligt tolerabelt dagsintag (tTDI).

Aflatoxiner

Aflatoxiner omfattar ämnena aflatoxin B₁ som är vanligast förekommande i livsmedel, B₂, G₁, G₂ och M₁. Samtliga ämnen är strukturellt lika B₁. Aflatoxin G₁ bedöms som lika potent som B₁. Båda dessa toxiner inducerar levertumörer i försöksdjur, även om aflatoxin B₁ orsakar mer levertumörer i jämförelse med G₁. Däremot orsakar G₁ fler njurtumörer. Kunskapen kring aflatoxin B₂ och G₂ är dålig, men man har dragit slutsatsen att dessa metaboliter är betydligt mindre potenta än aflatoxin B₁ och G₁¹⁹⁰. Aflatoxin M₁ som ibland återfinns i låga halter i mjölkprodukter, är liksom B₁ genotoxiskt och cancerframkallande. Enligt sammanställningen utförd av EFSA¹⁹⁰ är M₁ cirka tio gånger mindre potent än B₁.

För att aflatoxiner ska utöva toxisk effekt måste de genomgå biotransformation. Aflatoxin B₁ absorberas från mag-tarm-kanalen och transporteras via blodet till levern. Aflatoxin B₁ är i sig själv inte toxiskt utan oxideras i levern av CYP450-enzym till en reaktiv metabolit (aflatoxin B₁-8,9-epoxid). Ett flertal CYP450-enzym anses ligga bakom metaboliseringen av aflatoxin B₁. Den reaktiva metaboliten bildar kovalenta addukter med nukleofila atomer (syre, kväve) hos DNA- och RNA-baser samt hos proteiner. Detta leder till att aflatoxin är levertoxiskt.

Den cancerframkallande effekten av aflatoxin B₁ tillsammans med hepatitinfektion har kunnat påvisas hos människa, varför International Agency for Research on Cancer (IARC, ett WHO-organ) klassificerat ämnet som humancarcinogen, klass 1¹⁹¹.

Intag av aflatoxiner

Det är i stort sett bara aflatoxin B₁ som detekterats i de livsmedelsprov som analyserats för aflatoxiner på SLV och intagsberäkningen baseras därför endast på aflatoxin B₁.

De livsmedel som ligger till grund för intagsberäkningen av aflatoxin B₁ är baljväxter, mandel/hasselnötter, jordnötter, majssnacks och ris (Tabell 8). Intaget av dessa livsmedel baseras delvis på konsumtionsdata från Riksmaten 1997-98¹⁸⁸, men också på konsumtionsuppskattningar. Eftersom några av de livsmedel som brukar vara kontaminerade också förekommer sparsamt i flera olika produkter så är det svårt att uppskatta konsumtionen och därmed intaget av aflatoxin. Till exempel cashewnötter, pistagemandlar, fikon och

paranötter har inte tagits med eftersom bra svenska haltdata saknas. EFSA:s sammanställning över aflatoxinhalter i olika produkter¹⁹⁰ visar att medelhalten av aflatoxin B₁ i cashewnötter är drygt ett mikrogram per kg. Cashewnötter har blivit populära i Sverige den senaste tiden. Enligt COOP:s försäljningssiffror såldes det år 2008 betydligt mer cashewnötter än året innan (enligt telefonsamtal med försäljningsansvarig på COOP). När det gäller pistagemandlar och valnötter så kan aflatoxinhalterna då och då i enstaka sändningar vara mycket höga. I den tidigare intagsberäkningen som utfördes vid Livsmedelsverket för tio år sedan¹¹⁴ baserades intagsberäkningarna på en medelhalt av aflatoxin B₁ i pistaschmandel och paranötter på knappt 100 mikrogram per kg vardera. Vid en genomgång av aflatoxinhalterna i olika produkter, sammanställd av EFSA¹⁹⁰, visade det sig dock att medelhalten i pistagemandlar, paranötter och fikon för respektive livsmedel var cirka 17, 21 och 1,5 mikrogram per kg. Analyser utförda här vid Livsmedelsverket (Riksprojekt 2006) av aflatoxinhalten i pistaschmandlar (13 prover) visade en medelhalt på 4,5 mikrogram per kg. Eftersom konsumtionen av dessa livsmedel sannolikt är mycket låg, uppskattningsvis allra högst några få gram totalt per person och dag, torde aflatoxinintaget därifrån vara lågt. Men om det skulle visa sig att medelkonsumtionen av framförallt pistaschmandel, som ofta innehåller höga halter av aflatoxin, ökar, så kan detta få stor betydelse för det totala intaget. Om vi svenskar till exempel skulle äta i genomsnitt 1,0 gram pistaschmandel per dag så ökar det beräknade totala intaget sannolikt till det dubbla.

Intagsberäkning visar tydligt att konsumtionen av ris spelar störst roll för aflatoxinintaget hos svenska konsumenter. För de personer som äter mycket ris (95:e percentilen) uppskattas riskkonsumtionen till cirka 25 gram per dag (torrvikt, vilket motsvarar cirka 80 gram kokt ris). För denna konsumentgrupp beräknas det totala aflatoxinintaget uppgå till cirka 0,6 ng per kg kroppsvikt och dag (Tabell 8). Medelintaget av aflatoxin B₁ beräknas till cirka 0,2 ng per kg kroppsvikt och dag. Det är dock sannolikt att medelintaget av aflatoxin B₁ från ris är högre än beräknat utifrån konsumtionsdata från Riksmaten¹⁸⁸ eftersom konsumtionen av ris har ökat de senaste 10 åren. Importsiffror pekar på att konsumtionen av ris har fördubblats. I intagsberäkningen utgår vi från att cirka hälften av riset som konsumeras är basmatiris. Det finns en grupp konsumenter som enbart äter basmatiris som baslivsmedel, det vill säga två portioner per dag, vilkas intag av aflatoxin bli betydligt högre, cirka 3 ng per kg kroppsvikt och dag. I jämförelse med intagsberäkningen gjord av EFSA¹⁹⁰ ligger vårt intag i det lägre intervallet, det vill säga 0,2 ng per kg kroppsvikt och dag jämfört med 0,03 – 1,3 ng per kg kroppsvikt och dag. Det som skiljer intagsberäkningarna åt är att EFSA även inkluderat till exempel cashewnötter, pistaschmandlar och fikon vilket inte är gjort i denna intagsberäkning. Det är dock viktigt att poängtera att EFSA inte tagit med ris som en källa till aflatoxin eftersom förekomsten av höga halter av aflatoxin i basmatiris upptäcktes relativt nyligen här i Sverige (år 2007)¹⁹². Eftersom ris påverkar intaget mer på grund av att det är ett baslivsmedel är EFSA:s intagsberäkning en underskattning. Intaget är också lägre än det som har beräknats tidigare, 0,2 ng per kg kroppsvikt och dag för medelkonsumenten jämfört med 0,8 ng per kg kroppsvikt och dag¹¹⁴.

Ett nanogram per kilo kroppsvikt och dag, vilket motsvarar en livstidsrisk på ett extra cancerfall per 100 000 till 1000 000 individer, anses av JECFA vara en tolerabel nivå för naturligt förekommande toxiner. För vissa konsumentgrupper överskrider detta intag.

De iakttagelser man gjort från folk som exponerats för aflatoxinkontaminerad mat visar att den förhöjda levercancerrisken i Sverige med en befolkning på cirka 10 miljoner och med ett dagligt intag på 0,2 ng per kg kroppsvikt och dag är maximalt 3 fall per år. Då man använt djurstudier som bas är den kvantifierade cancerrisken maximalt 20 fall per år i Sverige (samtal med toxikolog Salomon Sand efter tolkning av EFSA:s rapport nr 446, 2007)¹⁹⁰. MOE för aflatoxin B₁ är cirka 900 (samtal med toxikolog Salomon Sand efter tolkning av EFSA:s rapport nr 446, 2007)¹⁹⁰.

Tabell 8. Uppskattning av intaget av aflatoxin B₁ från livsmedel. Konsumtionsdata från Riksmaten¹⁸⁸.

Livsmedel (n ¹)	Toxinhalt aflatoxin (ng/kg) ²	Konsumtion (män och kvinnor; g/dag) medel / hög	Intag av toxin (ng per kg kroppsvikt och dag) medel / hög ³
baljväxter (113)	0,004	3	<0,01
mandel/hasselnötter (62)	0,025	0,3	<0,01
jordnötter	1,8	2	0,02
nachos/tachos/ chips	0,2	3	<0,01
Ris ⁴ (blandade sorter) (103)	0,8	10/25 ³	0,1/0,3 ³
ris ⁴ (100procent basmatiris)	1,7	120 ⁴	3
Totalt:			~0,2 / ~ 0,6 ³ / ~3 ⁴

¹n = antal analyserade prover

²haltdata: Halter hos baljväxter, mandel/hasselnötter är från Riksprojektet 2006. Rishalter är från Risprojektet 2007 (se Bilaga 1, analyser gjorda på SLV). Halten för blandade sorters ris (50 procent basmatiris) är ej uppmätt utan beräknad. Halter i nachos/tachos/ chips och jordnötter är från¹⁹⁰, sidan 29

³högkonsumtion av ett livsmedel definieras som 95:te percentilen (det vill säga endast 5 procent av personerna har ett ännu högre intag)

⁴mängden konsumerat ris är angett i torrsvikt, vilket motsvarar cirka 1/3 av färdigkokt ris

⁵beräknad konsumtion för en person som äter cirka två portioner basmatiris/dag

Barn

Medelintaget av aflatoxin B₁ respektive 95:e percentilen bland 4-åringar beräknas till 0,5 respektive 1,1 ng per kg kroppsvikt och dag, bland 8-åringar 0,3 respektive 1,0 ng per kg kroppsvikt och dag samt bland 12-åringar 0,3 respektive 0,7 ng per kg kroppsvikt och dag. Den övervägande delen av aflatoxin B₁ beräknas komma från ris, där hälften av riset är basmatiris¹⁸⁹.

Ochratoxin A

Ochratoxin A (OTA) är framför allt njur- och levertoxiskt. Dessutom har man iakttagit fosterskadande effekter och påverkan på immunsystemet i experimentella djurförsök. Vid höga doser, 70 µg per kg kroppsvikt och dag orsakar ochratoxin mätbara förhöjda frekvenser av levercancer hos råttor. Mekanismen bakom den cancerrisikförhöjande effekten är fortfarande oklar. JECFA föreslår ett tTWI (tillfälligt tolerabelt veckointag), baserat på njurtoxicitet, på 100 ng per kg kroppsvikt, dag¹⁸⁴ med en säkerhetsfaktor på 1500 och i EFSA:s utvärdering från 2006 fastställdes ett tTWI på 120 ng per kg kroppsvikt och vecka¹⁹³.

Intag av Ochratoxin A

Intaget av OTA har beräknats utifrån konsumtionsdata från Riksmaten 1997-98¹⁸⁸ men också utifrån data från Statens Statistiska Centralbyrå. Vete, kaffe och vin är de produkter i Sverige som bidrar med den största delen av intaget. Eftersom ris har visat sig i andra studier kunna innehålla mätbara halter av OTA så har 100 olika prover, framförallt basmatiris, analyserats här vid SLV i Risprojektet 2007¹⁹². Inget av de 100 analyserade risproverna uppvisade detekterbara halter av ochratoxin A. I Ekologiprojektet 2001-2003 analyserades även musli och mannagryn, men ingen av dessa livsmedel uppvisade mätbara halter av OTA. För vuxna är medelintaget av OTA cirka 1 ng per kg kroppsvikt per dag och person, betydligt lägre än tTDI:t (Figur 5). För högkonsumerter beräknas intaget till drygt 1 ng per kg kroppsvikt per dag och person (Tabell 9). Det uppskattade medelintaget överensstämmer med den tidigare rapporten¹¹⁴, det vill säga 0,7 ng per kg kroppsvikt per dag även om OTA-halterna i spannmål var högre i dessa studier. Om man även tog hänsyn till prover som ej analyserats i Sverige blev intaget däremot högre, det vill säga 1-3 ng per kg kroppsvikt per dag. Intagsberäkningen av OTA som presenteras i EFSA:s rapport är betydligt högre, 6 ng per kg kroppsvikt och dag. Halterna i spannmål bidrar stort till att medelintaget i denna rapport är hög. Även animalieprodukter har analyserats i Sverige, dessa visar att de flesta proverna har icke mätbara OTA-halter. Vid 2008 års kontroll uppdagades att tre av fyrtiofem analyserade grisnjurar uppvisade halter mellan 1 och 16 mikrogram per kg. Eftersom konsumtionen av njure är låg, sannolikt mindre än 1 gram per dag, bör detta inte vara ett hälsoproblem, men då njurar uppvisar mätbara halter av OTA så indikerar detta att OTA också finns i blod. Därför kan till exempel blodpudding vara en tänkbar intagskälla för OTA. Gränsvärden för och även intaget av OTA från kryddor har diskuterats inom EU den senaste tiden (år 2008). Ett tänkt scenario där medelhalten i kryddor är ca 20 µg per kg och intaget är cirka 1 g per dag skulle medföra ett extra tillskott på ca 0,3 ng per kg kroppsvikt och dag. För personer, vuxna eller barn, som under en längre tid äter cirka en näve russin (cirka 70 g eller 1 dl) varje dag kan nå ett intag på knappt 3 ng per kg kroppsvikt och dag, med andra ord fortfarande betryggande under föreslaget tTWI.

Tabell 9. Uppskattning av intaget av ochratoxin (OTA) från livsmedel. Konsumtionsdata från Riksmaten¹⁸⁸.

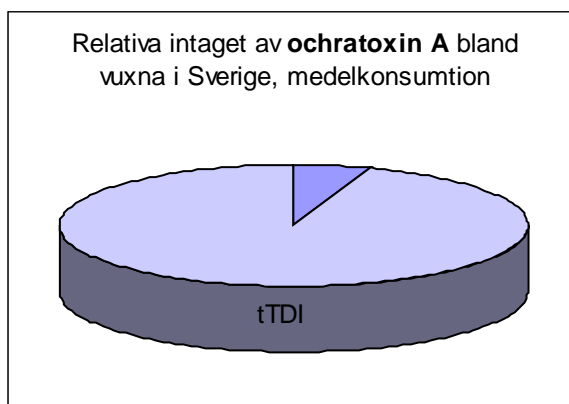
Livsmedel (n) ¹	Toxinhalt OTA, (µg/kg) ²	Konsumtion män och kvinnor(g/dag) medel / hög	Intag av toxin (ng/kg kroppsvikt dag) medel/hög ³
vete (56)	0,2	89/150 ³	0,25/0,4
råg (58)	0,15	33	0,07
havre (64)	0,08	5	0,01
russin (59)	2,6	3	0,11
baljväxter (114)	0,02	3	0,00
kaffe	0,02	450	0,13
vin	0,15	90	0,2
öl	0,05	250	0,2
Totalt:			~0,9/ ~1,1³

¹ n = antal analyserade prover

² haltdata för vete-, råg- och havreprover är hämtade från Ekologiprojektet 2001-2003, Kontrollprogram OTA 2004-2007 samt Spannmålsprojektet 1999. Halterna av ochratoxin A i russin kommer från Russinanalyser 2000 och kaffeanalyser kommer från Kaffeanalyser 1999 samt från JECFA¹⁸⁴, sidan 350. Haltdata för baljväxter kommer från Risprojektet 2006. För analyser utförda vid Livsmedelsverket, se Bilaga 1. Haltdata för öl är muntlig information från produktansvarig, Ingeborg Persson, vid Pripps bryggerier (2008). OTA-halten är baserad på analyser av själva malten (LOD 0,1 µg/kg). Samtliga prover <0,1 µg/kg. OTA-halten i vin är baserad

på muntlig information (2008) från Systembolagets produktansvarig, Lena Rogeman. OTA-halten rapporterad från Systembolaget överensstämmer väl med tidigare halter rapporterade från EU.

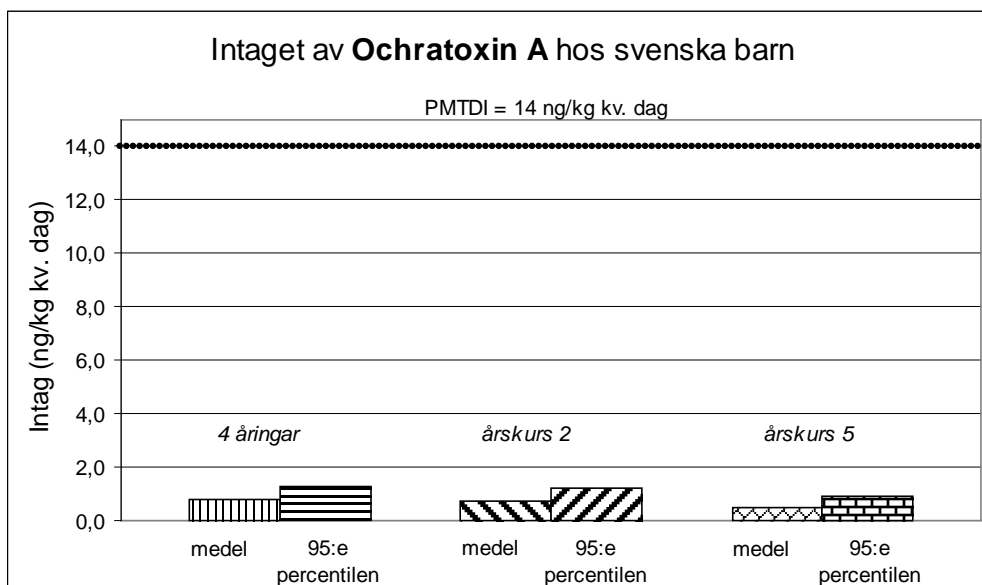
³ högkonsumtion av ett livsmedel definieras som 95:te percentilen (det vill säga endast 5 procent av personerna har ett ännu högre intag).



Figur 5. Intaget för vuxna av ochratoxin A från olika livsmedel i förhållande till tTDI. Figuren visar intaget hos en hypotetisk individ som är medelkonsument av samtliga av de ingående livsmedlen. Den ljusare delen avser utrymmet mellan intaget och tTDI. Konsumtionsdata från Riksmaten¹⁸⁸.

Barn

Medelintaget respektive 95:e percentilen av ochratoxin A bland 4-åringar är 0,8 respektive 1,3 ng per kg kroppsvikt och dag, bland 8-åringar 0,7 respektive 1,2 ng per kg kroppsvikt och dag samt bland 12-åringar 0,5 respektive 0,9 ng per kg kroppsvikt och dag (Figur 5). Den övervägande delen av ochratoxin A kommer från spannmål¹⁸⁹.



Figur 5. Intaget (ng/kg kroppsvikt och dag) av ochratoxin A för barn i åldern 4, 8 och 12 år. PMTDI står för Provisional Maximum Tolerable Daily Intake, det vill säga tillfälligt tolerabelt dagsintag (tTDI).

Fumonisin

Fumonisin B₁ är framför allt njur- och levertoxiskt. Vid höga doser, cirka 1 mg per kg kroppsvikt och dag orsakar fumonisin B₁ mätbara förhöjda nivåer av levercancer hos råttor. Mekanismen bakom den cancerframkallande effekten är fortfarande något oklar. Studier över fumonisins genotoxiska effekter har visat olika resultat. Fumonisin B₁ orsakar förhöjd frekvens av kromosomskador i leverceller (HepG2-celler)¹⁹¹. Att resultaten skiftar beror troligtvis på skillnaden i metaboliserande kapacitet mellan olika celltyper¹⁹¹ (opublicerade resultat från SLV). Apstudier har utförts och då noterades leverskador och förändringar av blodbildningen vid en dos på ca 150×10^3 ng per kg kroppsvikt och dag. I riskbedömningen utförd av Eriksen och Alexander¹⁸⁶ föreslogs ett tTDI, baserat på njurtoxicitet och cancerstudier i råttor, på <1000 ng per kg kroppsvikt och dag. I en senare riskbedömning utförd av JECFA¹⁸⁴ föreslogs ett tTDI på 2000 ng per kg kroppsvikt och dag.

Intag av fumonisin B₁ och B₂

Fumonisin är vanligt i majs, men medelkonsumtionen av majsprodukter i Sverige är låg, uppskattningsvis några få gram per person och dag, vilket innebär att intaget av fumonisiner kan beräknas till cirka 20 ng per kg kroppsvikt och dag. För de personer som företrädesvis äter nachos, tortillachips och tacos varje dag kan intaget av fumonisinerna bli betydligt högre. För de personer som dagligen äter en portion cornflakes (cirka 25 gram) uppgår intaget till drygt 60 ng per kg kroppsvikt och dag, med andra ord är intaget av fumonisin betryggande under det föreslagna tTDI (Tabell 10, Figur 6). Det bör framhållas att antalet prov som analyserats i Sverige var mycket få, vilket medför att intagsberäkningarna blir osäkra.

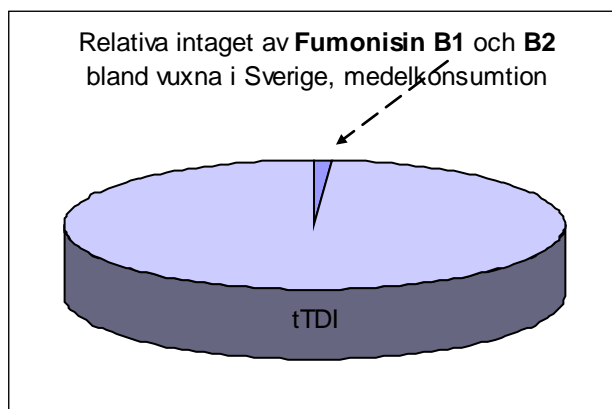
Tabell 10. Uppskattning av intaget av Fumonisin B₁ och B₂ från livsmedel innehållande majs. Konsumtionsdata från Riksmaten¹⁸⁸.

Livsmedel (n) ¹	Toxinhalt fumonisin, (µg/kg) ²	Konsumtion män och kvinnor(g/dag)	Intag av toxin (ng/kg kroppsvikt dag)
		medel / hög	medel / hög ³
majsmjöl (6)	200	1	3
cornflakes (4)	110	2/25 ³	3/40 ³
nachos/tachos/ chips (6)	310	3	13
Totalt:			~20/ ~ 60 ³

¹ n = antal analyserade prover

² haltdata: Samtliga majsprodukter har analyserats vid Livsmedelsverket, Fumonisinanalyser 1996-2007 (se Bilaga 1, analyser gjorda på SLV)

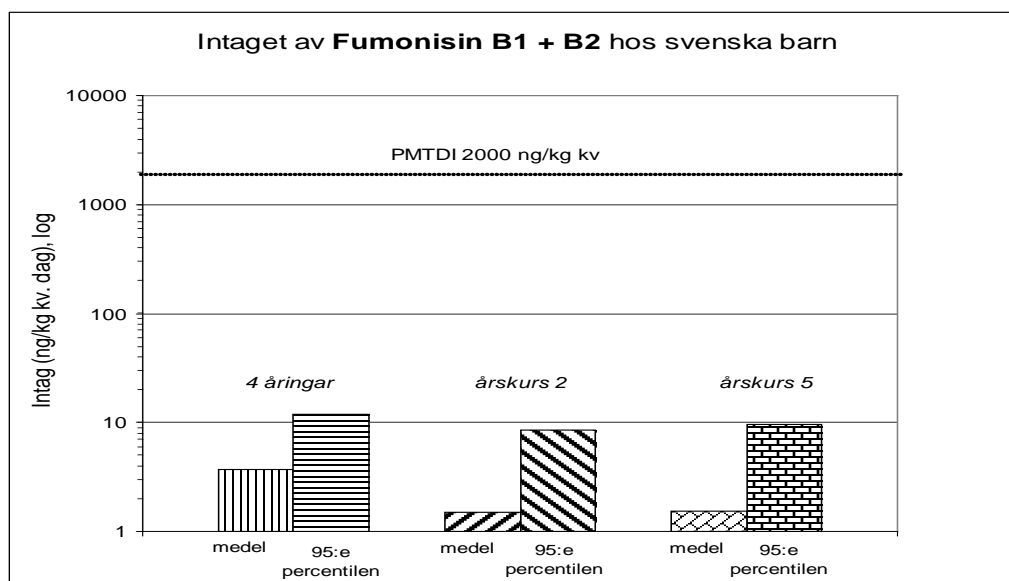
³ intag: Konsumtionshalterna kommer framför allt från uppskattningar från försäljningssiffror vilket gör att det är svårt att ange nivån för högkonsumenter. Det är dock rimligt att anta att högkonsumenter kan vara de personer som äter en portion cornflakes varje dag, vilket leder till ett intag på ~ 60 ng/kg kroppsvikt och dag



Figur 6. Intaget för vuxna av fumonisin B₁ och B₂ från olika livsmedel i förhållande till tTDI. Figuren visar intaget hos en hypotetisk individ som är medelkonsument av samtliga av de ingående livsmedlen. Den ljusare delen avser utrymmet mellan intaget och tTDI. Konsumtionsdata från Riksmaten¹⁸⁸.

Barn

Medelintaget av fumonisin B₁ och B₂ respektive 95:e percentilen bland 4-åringar är 3,7 respektive 12 ng per kg kroppsvikt och dag, bland 8-åringar 1,5 respektive 8,4 ng per kg kroppsvikt och dag samt bland 12-åringar 1,5 respektive 10 ng per kg kroppsvikt och dag (Figur 7). Den övervägande delen av fumonisin beräknas komma från frukostflingor¹⁸⁹.



Figur 7. Intaget (ng/kg kroppsvikt och dag) av fumonisiner för barn i åldern 4, 8 och 12 år. PMTDI står för Provisional Maximum Tolerable Daily Intake, det vill säga tillfälligt tolerabelt dagsintag (tTDI).

Zearalenon

Zearalenon är inte akuttoxiskt, men i långtidsstudier är hormonella effekter framträdande. Zearalenon binder till östrogenreceptorer och kan vid höga doser orsaka överproduktion av östrogen och minskad fertilitet. Känsligheten varierar mellan arter, där grisar och får räknas

till de känsligaste arterna. Höga halter av zearalenon orsakar cancer i råttor. Däremot är mekanismen bakom denna effekt oklar, men eftersom det finns dokumenterade genotoxiska effekter så kan detta vara en bakomliggande faktor. Eftersom metaboliseringen och utsöndringen är snabb så är också intaget av zearalenon från animalisk föda lågt¹⁹⁴. JECFA har föreslagit ett tTDI på 500 ng per kg kroppsvikt och dag¹⁹⁵ och Scientific Committee of Food 200 ng per kg kroppsvikt och dag¹⁹⁶.

Intag av zearalenon

Det finns få tillgängliga analysresultat av zearalenon i livsmedel i Sverige. År 2007 genomfördes dock en mindre studie över zearalenon i spannmål (se Bilaga 1, Kontrollprogram ZEA 2007). Ett uppskattat intag från dessa analyser pekar på att vuxna i Sverige får i sig några få tiotal ng per kg kroppsvikt och dag. Majs innehåller ofta varierande låga och höga halter av zearalenon, men eftersom konsumtionen av majs i Sverige är låg så blir också intaget därifrån lågt. Nordic council of ministers¹⁹⁰ uppskattade intaget av zearalenon till cirka 20 ng per kg kroppsvikt och dag och EFSA¹⁹⁷ uppskattade intaget i Europa till 30–60 ng per kg kroppsvikt och dag¹⁹⁴. Dessa beräknade intag är betryggande under föreslaget TDI. Majs är det livsmedel som ibland uppvisat mätbara halter av zearalenon. De barn som under en period i sitt liv dricker relativt mycket majsavvälling bör man ta hänsyn till då man utför riskbedömningar.

Patulin

De akuttoxiska effekterna är framförallt gastrointestinala och har kunnat observeras i djurstudier med en exponering vid cirka 5 mg per kg kroppsvikt. En längre tids exponering vid lägre doser kan ge viktnedgång. Andra effekter som uppmärksammats i djur är påverkan på immunsystemet, embryotoxiska samt neurotoxiska. Baserat på en säkerhetsfaktor på 100 har JECFA fastställt ett tTDI på 400 ng per kg kroppsvikt och dag¹⁹⁸. Huruvida patulin kan klassificeras som ett genotoxiskt cancerframkallande ämne är ännu inte fastställt.

Intag av patulin

Konsumtionen av äppelprodukter spelar stor roll för intaget av patulin, men eftersom konsumtionsmängderna som anges i Riksmaten 1997-98¹⁸⁸ inte är så detaljerade vad äppeldrycker beträffar har en uppskattning gjorts. För vuxna beräknades medelintaget av patulin vara mycket lågt, knappt 1 ng per kg kroppsvikt per dag och person, betydligt lägre än tTDI (Figur 8). För konsumenter som till exempel dricker lite äppeldricka varje dag beräknas intaget till drygt 1 ng per kg kroppsvikt per dag och person (Tabell 11). Intagsberäkningarna som presenterades i en tidigare rapport¹¹⁴ visar ett högre intag av patulin. Förklaringen till skillnaden är att man i den studien har tagit hänsyn till att det finns patulin i de färska frukterna, speciellt äpplen, päron och persikor. Eftersom man i allmänhet inte äter mögliga frukter och att det dessutom saknas aktuella patulinanalyser på frukter har inte frukter beaktats som källa till patulinintag i denna intagsberäkning.

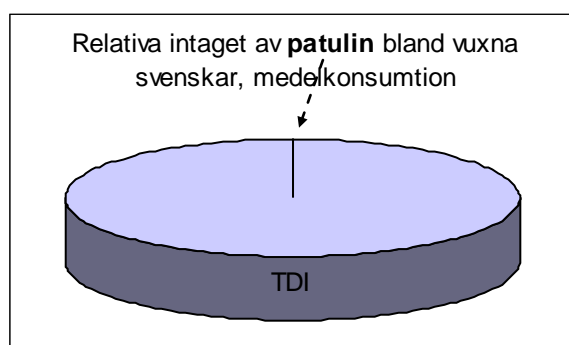
Tabell 11. Uppskattning av intaget av patulin från livsmedel. Konsumtionsdata från Riksmaten ¹⁸⁸.

Livsmedel (n) ¹	Toxinhalt patulin, (µg/kg) ²	Konsumtion män och kvinnor(g/dag) medel / hög	Intag av toxin (ng/kg kroppsvikt dag) medel/hög ³
sylt/mos/marmelad (44)	1,5	10/34 ³	0,2
juice/nektar	2	10/30 ³	0,3/1 ³
Totalt:			~0,5/ ~ 1 ³

¹ n = antal analyserade prover.

² haltdata för sylt/mos/marmelad är hämtade från Livsmedelsverkets studie Ekologiprojektet 2001-2003 (se Bilaga 1, analyser gjorda på SLV). Haltdata för juice/nektar baseras på information från tillverkningsindustrin (enl. samtal med kemist Tord Möller, SLV).

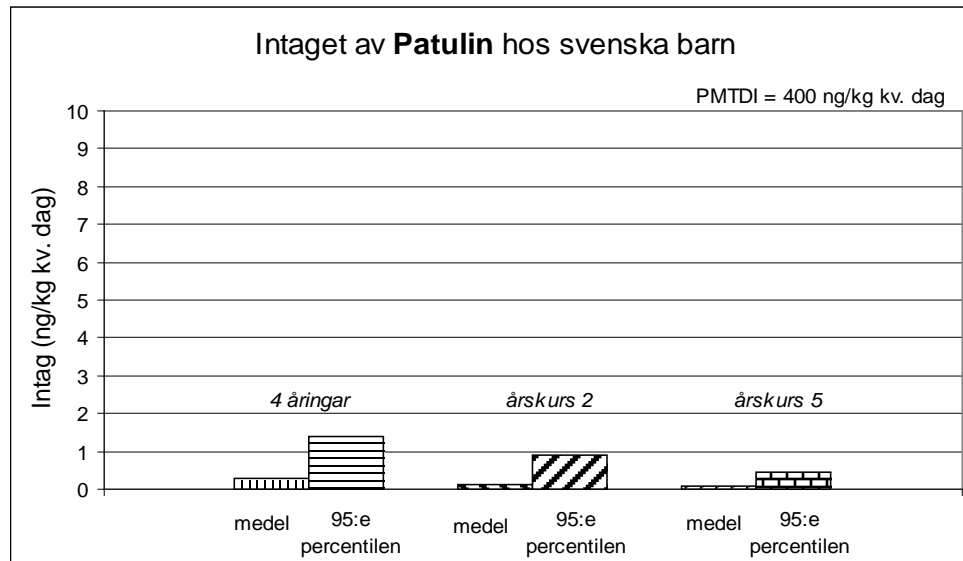
³ högkonsumtion av ett livsmedel definieras som 95:te percentilen (det vill säga endast 5 procent av personerna har ett ännu högre intag).



Figur 8. Intaget för vuxna av patulin från olika livsmedel i förhållande till tTDI. Figuren visar intaget hos en hypotetisk individ som är medelkonsument av samtliga av de ingående livsmedlen. Den ljusare delen avser utrymmet mellan intaget och tTDI. Konsumtionsdata från Riksmaten ¹⁸⁸.

Barn

Medelintaget respektive 95:e percentilen av patulin bland 4-åringar är 0,3 respektive 1,4 ng per kg kroppsvikt och dag, bland 8-åringar 0,1 respektive 1 ng per kg kroppsvikt och dag samt bland 12-åringar 0,1 respektive 0,5 ng per kg kroppsvikt och dag ¹⁸⁹ (Figur 9).



Figur 9. Intaget (ng/kg kroppsvikt och dag) av patulin för barn i åldern 4, 8 och 12 år. PMTDI står för Provisional Maximum Tolerable Daily Intake, det vill säga tillfälligt tolerabelt dagsintag (tTDI).

Alternariatoxiner

Alternariatoxinerna inkluderar alternariol monometyleter (AME), alternariol (AOL), altenuene (ANE), albertoxin I (AIN) och tenuazonic acid (TEA). Toxinerna är både akuttoxiska och har kroniska effekter. Beroende på vilket djurslag som studeras varierar LD50^k mellan 50 och 400 mg/kg kroppsvikt. Antalet publicerade resultat över alternariatoxinernas toxicitet är begränsat varför det är omöjligt att i dagsläget föreslå ett TDI. Det lägsta dosområde som uppvisat negativa effekter är då AME och TEA distribuerats oralt till möss i doserna 25 och 50 mg per kg kroppsvikt och dag under tio månader. Resultatet visar att toxinerna orsakar signifikanta förändringar i strupens cellvävnad samt viktminskning¹⁸⁶. In vitro-studier har visat att AOL är genotoxiskt. Även AME har uppvisat genotoxisk potential, men de publicerade resultaten är inte entydiga.

Intag av alternariatoxiner

Det går ej att fastställa vad intaget av alternariatoxinerna i Sverige är då relevanta haltdata saknas.

Citrinin

Citrinin är akuttoxiskt med ett LD50-värde på ca 50 mg per kg kroppsvikt (intraperitonealt) och ca 100 mg per kg kroppsvikt (oralt)¹. Den akuttoxiska effekten kan förklaras med att citrinin visat sig påverka elektrontransporten i mitokondrierna¹⁹⁹. Dessutom har det i cancerstudier visat sig orsaka njurcancer i råttor²⁰⁰. De råttor som tillhörde de högsta

^k LD50 är ett värde som beskriver den dos då hälften av alla djur dör.

¹ enligt <http://potency.berkeley.edu/chempages/CITRININ.html>

dosgrupperna i cancerstudien utvecklade till hundra procent njurcancer. Mekanismen bakom den cancerrisikförhöjande effekten är sannolikt att citrinin inhiberar RNA- och DNA-uppbyggnad²⁰¹, samt att citrinin orsakar punktmutationer och kromosombrott¹⁹⁹.

Intag av citrinin

Det går ej att fastställa vad intaget av citrinin i Sverige är då relevanta haltdata saknas. Det bör framhållas att citrinin inte är värmestabilt, vid runt 100°C förstörs delvis toxinet. Detta förhållande påverkar självklart intaget av citrinin då många livsmedel tillagas i värme innan konsumtion²⁰².

Ergotalkaloider

Toxiciteten varierar mellan de olika alkaloiderna och mellan vilken art som är exponerad. Till exempel är LD50 för ergometrin 3 mg per kg kroppsvikt i kanin och LD50 för ergotamin i möss är 265 mg per kg kroppsvikt. Samtliga alkaloider verkar antagonistiskt mot våra transmittorsubstanser såsom noradrenalin, adrenalin och serotonin. Verkningsmekanismen medför att individer som exponerats för höga halter av dessa alkaloider kan få sammandragningar av blodkärl men också av magsäcken vilket framkallar kräkningar. Sammandragning av uterus och känsselförändringar tillhör också de akuta effekterna²⁰³. I EFSA:s riskvärdering som publicerades 2005²⁰³ kunde ej något TDI fastställas eftersom tillräckligt underlag saknas.

Intag av ergotalkaloider

Det går ej att fastställa vad intaget av ergotalkaloider i Sverige är då relevanta haltdata saknas.

Tremorgener

Höga halter av tremorgener kan påverka det centrala nervsystemet vilket kan resultera i långvariga skakningar, kräkningar och i extrema fall även död. De vanligaste tremorgenerna verkar vara penitrem A och roquefortin C. Några andra toxiner är bland annat janithrem, tryptoquivalone, verrucologen, paspalitrem, paspalicin, paspalin, aflatrem, fumitremorgin, chaetogloboliner och communisiner. I en råttstudie där ett extrakt innehållande flera tremorgener studerades kunde man konstatera att synliga effekter såsom nervryckningar var helt borta 24 timmar efter exponering²⁰⁴. Gentoxiciteten har studerats och man har funnit att några toxiner, verrucosidin, verrucologen, paxiline och fumitremorgen B uppvisade effekt i Ames test och/eller Kometmetoden. Ingen samlad riskbedömning över tremorgener är publicerad, därmed finns inget TDI föreslaget.

Intag av tremorgener

Det går ej att fastställa vad intaget av tremorgener i Sverige är då relevanta haltdata saknas.

Kombinationseffekter

Eftersom mykotoxiner ofta förekommer samtidigt i olika grödor är det intressant att klargöra om det finns några så kallade kombinationseffekter av toxinerna. Man kan dela in kombinationseffekterna i tre grupper; a) toxinerna reagerar på ett sådant sätt att de minskar den totala effekten, med andra ord effekten är mindre än summan av de enskilda toxinernas effekt, så kallad antagonistisk effekt, b) toxinerna är ofta strukturellt lika och har samma effekt, med andra ord effekten är lika med summan av de enskilda toxinernas effekt, så kallad additiv effekt, c) toxinerna samverkar på ett sådant sätt att summan av effekterna blir större än den aritmetiska summan, s.k. synergistisk effekt. Det finns många faktorer som kan påverka eventuella kombinationseffekter, till exempel inverkan från andra ämnen än mykotoxiner, här kan diet, medicinering och naturliga gifter i maten spela roll. Upptagning- och utsöndringshastigheten av toxinerna är betydelsefull, om dessa ej sammanfaller så minskar sannolikheten för kombinationseffekter. Många toxiner metaboliseras i flera steg, om effekterna av de olika metaboliterna skiljer sig från moderssubstansen innebär detta att det ytterligare försvårar bedömningen av eventuella kombinationseffekter. Svårigheten att bedöma kombinationseffekter demonstreras i Speijers och Speijers rapport²⁰⁵ där man har sammanställt resultat från ett tiotal *in vivo*-försök med ochratoxin A som ofta förekommer tillsammans med citrinin. Beroende på vilken art och vilket organ som studerades så upptäcktes antagonistisk, additiv eller synergistisk effekt. I en större studie utförd under två till tre månader på grisar studerades kombinationseffekterna av ochratoxin A, zearalenon och deoxynivalenol. Resultatet visade att kombinationen av mykotoxiner orsakade ingen additiv eller synergistisk effekt, för sammanfattning se Speijers och Speijers²⁰⁵.

Felkällor

Då intaget av ett visst toxin ska beräknas finns många felkällor, vilket betyder att man ska betrakta resultatet som en uppskattning och inte som absolut sanning. I kostundersökningar finns det felkällor på grund av att vi missbedömer vad vi ätit och därmed under- eller övervärderar mängden av ett visst livsmedel. Vid en uppskattning av den energimängd som deltagarna i Riksmaten 1997-98 angett att de får i sig, så kan man sluta sig till att vi underrapporterar intaget. Med andra ord, vi skriver/säger att vi äter mindre än vad vi egentligen gör. Fördelningen av de personer som deltar i en kostundersökning speglar inte korrekt fördelningen i landet, det finns kanske en tendens till att människor med god kosthållning företrädesvis tackar ja till ett deltagande.

Nya livsmedel kommer in i länder och blir ibland populära vilket betyder att konsumtionen idag inte alls överensstämmer med gårdagens konsumtion. Cashewnötter, nachos och basmatiris är några exempel på produkter som blivit vanligare den senaste tiden. Då konsumtionen bygger på försäljningssiffror finns det självklart en risk att det som såldes aldrig blir uppätet. Inte bara vad som slängs i hemmen bör beaktas utan även svinnet inom restauranger och detaljister. I dag uppskattar man att en fjärdedel av alla livsmedel som produceras aldrig når våra magar (rapport från SIK, livsmedelsföretagens branschorganisation).

När det gäller analyser av olika mykotoxiner i livsmedel kan provtagningen vara en stor källa till fel, till exempel så kan vissa nötter i ett parti ha mycket högre aflatoxinhalt än andra nötter i samma parti. Detta leder till att halterna ibland varierar mycket. Det optimala när intagsberäkningar över olika toxiner genomförs är att det finns haltdata på den färdiga produkten som vi äter. Några av de haltdata som använts för att uppskatta intaget av ett visst toxin i havre kommer från analyser av spannmål från kvarnarna. Sådan spannmål är inte

behandlat utan har agnar och skal kvar. Då spannmål processas försvinner en del av mykotoxinerna och halterna sjunker. I detta projekt har vi tagit hänsyn till denna minskning i mykotoxinhalt, men även här är det uppskattningar eftersom data inte finns för samtliga prover. Dessutom finns resultat som visar att vissa mykotoxiner delvis förstörs vid upphettning²⁰⁶.

Riskhanteringsåtgärder och åtgärdsförslag

Global omfattning och förebyggande insatser

Det är en vedertagen uppfattning att mykotoxiner i livsmedel undviks bäst genom att förebygga uppkomsten från allra första början, till exempel redan på den växande grödan i fält eller under lagringen. Sådana åtgärder leder dessutom till att färre råvaror och livsmedel behöver slängas pga. av mögelväxt. Enligt FAO:s uppskattningar förloras globalt cirka 1000 miljoner ton livsmedel årligen på grund av mögelväxt och mykotoxinbildning. FAO uppskattar att cirka 25 procent av hela världens livsmedelsproduktion, i många fall baslivsmedel, angrips av mykotoxinbildande mögelsvampar (FAO, 2009a)^m.

De senaste 10-15 åren har mycket forskningsmedel satsas på förebyggande åtgärder mot mykotoxinbildning i produktionen av vegetabilier. Inom EU:s ramprogram för forskning och teknisk utveckling har medel satsats på förebyggande åtgärder mot mykotoxinbildning i en rad olika produkter som spannmål, vindruvor och nötter. Redan under det 5:e ramprogrammet satsades ca 15 miljoner € inom området (EC, 2009)ⁿ. Även andra internationella fonder som ”Common Fund for Commodities” (CFC) och ”Standards and Trade Development Facility” (STDF) har bidragit till stora projekt omfattande till exempel ochratoxin i kaffe (FAO, 2009b)^o och aflatoxiner i paranötter (STDF, 2009)^p.

Codex Alimentarius, det regelverk för livsmedel som utarbetats inom FN:s ram under namnet ”Joint FAO/WHO Food Standards Programme”, har också uppmärksammat förebyggande åtgärder som en viktig riskhanteringsåtgärd när det gäller mykotoxiner. Därför har ett antal vägledningar, så kallade ”Code of practice”, utarbetats av arbetsgrupper inom kommittén för kontaminanter i livsmedel (Codex Committee on Contaminants in Food, CCCF, och tidigare Codex Committee on Food additives and Contaminants, CCFAC). Redan fastställda vägledningar (Codex, 2009)^q finns för ochratoxin A, fumonisiner, zearalenon och trichothecener i spannmål (CAC/RCP 51-2003), för aflatoxiner i jordnötter (CAC/RCP 55-2004), aflatoxiner i torkade fikon (CAC/RCP 65-2008), aflatoxin B1 i foder till mjölkproducerande djur (CAC/RCP 45-1997), aflatoxin i trädnötter (CAC/RCP 59-2005, rev.1-2006), ochratoxin i vin (CAC/RCP 63-2007) samt patulin i äppeljuice och äppeljuice som ingrediens i andra drycker (CAC/RCP 50-2003). Dessutom pågår inom Codex ett arbete med en vägledning för att förebygga ochratoxin A i kaffe (CX/CF 09/3/8).

Åtgärder i primärproduktionen

Mykotoxiner bildas främst i produkter som för konservering ska torkas efter skörd (spannmål, nötter, baljväxter, torkad frukt, kaffe och kryddor). När det gäller mykotoxiner som bildas av fusariumsvampar kan dessa bildas på grödan redan i fält. Detta beror på att

^m FAO, 2009a: http://www.fao.org/ag/agn/agns/chemicals_mycotoxins_en.asp (access 11:e mars 2009)

ⁿ EC, 2009: <http://ec.europa.eu/research/quality-of-life/ka1/volume1/mycotox-cluster.htm> (access 11:e mars 2009)

^o FAO, 2009b: http://www.coffee-ota.org/proj_background.asp (access 11:e mars 2009)

^p STDF, 2009: http://www.standardsfacility.org/files/Project_tables/Pg_ongoing.mht (access 11:e mars 2009)

^q Codex, 2009: <http://www.codexalimentarius.net/search/advanced.do?lang=en> (access 11:e mars 2009)

dessa arter har sin optimala tillväxt vid höga vattenhalter och därför kan konkurrera med andra fältsvampar. Svampar ur släktena *Aspergillus* och *Penicillium* är sämre på detta och har en bättre konkurrenssituation vid lägre vattenhalter. Därför orsakar dessa svampar mer problem efter skörd. För att förhindra att toxiner från dessa svampar ska bildas, är det generellt viktigt att tiden, från skörd tills att produkten torkats till en vattenhalt där mögelsvamp inte längre kan växa, hålls så kort som möjligt. Vidare är det viktigt att torkanläggningar hålls rena från eventuella gamla rester från tidigare skörd som kan innehålla höga halter sporer som kan smitta den nya skörden. Av stor betydelse är också de lagringsbehållare (silos med mera) som produkten senare förvaras i. Dessa måste vara konstruerade så att produkten bland annat inte blir återuppfuktad. Temperaturen har också betydelse för mögelväxt och toxinbildning, där en del arter kräver relativt höga temperaturer och orsakar mer problem i varmare länder (exempelvis aflatoxinbildning av *Aspergillus flavus* på nötter) medan andra kan tillväxa bra under kylförvaring (exempelvis patulinbildning av *Penicillium expansum* på äpplen)²⁰⁷.

Mögelväxt och toxinbildning i fält

När det gäller angrepp och toxinbildning i fält är detta betydligt svårare och mindre förutsägbart hur pass effektiva de åtgärder som kan tillgripas är. För vissa av dessa svampar är dessutom mycket lite känt om hur infektionsvägarna ser ut. Ett av de vanligaste mykotoxinerna som kan bildas i spannmål på fält är deoxynivalenol. För detta mykotoxin, samt för zearalenon som bildas av samma svampar, finns relativt bra kunskaper om hur man kan till viss del förebygga infektion av *F. graminearum* och därmed toxinbildning. Detta handlar om en rad olika åtgärder som innefattar förfrukt/växtföljd, jordbearbetning, sortval, val av bekämpningsmedel och tid för besprutning. I Sverige har dessa råd sammanställts av Jordbruksverket tillsammans med branschorganisationer som direkta råd till lantbrukaren^f. Det finns dock inga åtgärder i fält som helt kan förebygga bildning av deoxynivalenol eller zearalenon utan enbart reducera förekomsten.

När det gäller infektion om *Fusarium langsethiae* eller *F. sporotrichioides* är däremot väldigt lite känt. Nordiska och brittiska studier tyder på att *F. langsethiae* är den vanligaste bildaren av T-2 och HT-2. *F. langsethiae* är främst knuten till havre men förekommer både i korn och i höstvetete. Edwards^{s 208} har visat god korrelation mellan *F. langsethiae* och HT-2 och T-2 innehåll i havrekärnor odlade i Storbritannien. Dessa svampar verkar inte ha samma typ av spridningsbiologi som till exempel *F. graminearum*, en av arterna som orsakar axfusarios och som gynnas av regn vid axgång och blomning. Nordiska undersökningar visar högre HT-2 och T-2 halter²⁰⁹ och mer *F. langsethiae* efter en torr och varm växtsäsong^{210,211}.

Prediktionsmodeller baserade på väderförhållanden och GIS (geografiskt informationssystem) är system som med dator underlättar analys av geografiska data och ger möjlighet till inmatning av till exempel nederbörd, temperaturer mm. DONcast[†] är en av de mest kända modellerna som har utvecklats i Kanada och är en enkel modell för att förutsäga risk för bildning av deoxynivalenol och därmed ange rätt tidpunkt för bekämpning av *F. graminearum*. Idag finns inga modeller byggda på GIS för att förutsäga risk för

^f Branschriktlinjer för att undvika Fusarimtoxiner DON och ZEA i spannmål 2008: <http://www.svenskafoder.se/attachments/49/636.pdf> (access 11:e Mars 2009)

^s Investigation of *Fusarium* mycotoxins in UK barley and oat production. HGCA Project report No. 415: http://www.hgca.com/cms_publications.output/2/2/Publications/Publication/Investigationprocent20ofprocent20Fusariumprocent20mycotoxinsprocent20inprocent20UKprocent20barleyprocent20andprocent20oatprocent20production.msp?fn=show&pubcon=3941

[†] DONcast, 2009: <http://www.weatherinnovations.com/DONcast.cfm> (accessed den 11:e mars 2009)

mykotoxinbildning i Sverige, men behovet och planer finns för att sätta upp dessa system i skenet av de pågående klimatförändringarna.

Mögelväxt och toxinbildning efter skörd

Efter skörd av spannmål är det vid våra breddgrader framförallt viktigt att undvika infektion med *Penicillium verrucosum* och ochratoxinbildning. Detta har undersökts bland annat i ett 4-årigt EU-projekt som sammanställts i flera olika publikationer²¹² samt som praktiska riktlinjer till lantbrukaren vad gäller torknings- och lagringsförhållanden^{u,v}.

Kemisk avgiftning av mykotoxiner i livsmedel är inte tillåtet inom EU enligt artikel 3 Kommissionens förordning (EG) 1881/2006 och inte heller utspädning för att uppnå halter som ligger under gränsvärdet. Detta är åtgärder som tillkommit på grund av att man istället vill förebygga uppkomsten av mögelgiftet i ett så tidigt skede som möjligt, som det beskrivits ovan.

Överföring av mykotoxiner från foder till livsmedel av animaliskt ursprung

Mykotoxiner i livsmedel av animaliskt ursprung kan också förekomma på grund av överföring via foder till djur²⁹. Det är därför av stor vikt att hålla hög kvalitet på foderråvaror. De vanligaste mykotoxiner som kan överföras från foder till animaliska produkter är aflatoxiner och ochratoxin A. Högsta tillåtna halt av aflatoxin i foder finns beskrivna i Jordbruksverkets föreskrifter (SJVFS 2009:20). EU-kommissionens rekommendationer 576/2006 beskriver regler för övriga mykotoxiner i foder men fastställer inte några högsta tillåtna halter.

Inom främst foderforskningen finns dock en hel del metoder för att absorbera eller bryta ner mykotoxiner i foder²⁹. Dessa forskningsområden har intensifierats under senare år beroende på bland annat minskade spannmålsskördar och användandet av biprodukter från etanolindustrin i foder. Dessa former av nya fodertillsatser, för att bryta ner eller absorbera mykotoxiner, är dock idag inte möjliga att hävda i en ansökan för fodertillsats enligt gällande lagstiftning^w.

Åtgärder inom livsmedelstillverkning

Under senare åren har man strävat efter att lägga upp de förebyggande åtgärderna genom att följa principerna i HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point), som utarbetades av amerikanska NASA, Pillsbury och USA:s armélaboratorier för ca 30 år sedan i syfte att åstadkomma ”absolut säker mat” för USA:s astronauter. Detta system var så lyckat att det spreds snabbt även till annan livsmedelsindustri. Eftersom det är omöjligt att helt kontrollera en produktionskedja för vegetabilier kan HACCP inte helt förhindra uppkomsten av mykotoxiner i livsmedel men det kan leda till en kraftig reduktion av halterna. Utnyttjandet av

^u JTI, 2006: <http://www.sla-arbetsgivarna.org/LitiumDokument20/GetDocument.asp?archive=1&directory=580&document=3769>

^v JTI, 2005: <http://www.sla-arbetsgivarna.org/LitiumDokument20/GetDocument.asp?archive=1&directory=580&document=2588>

^w Kommissionens förordning 1831/2003

HACCP för att reducera mykotoxiner i spannmål har bland annat beskrivits av Aldred *et al.* 213

Livsmedelstillverkning, som exempelvis malning och bakning, kan till olika grad minska halten mykotoxin i livsmedel^{214,215}. Generellt gäller dock att mykotoxiner är värmestabila och bryts ner endast långsamt vid temperaturer som vid normal tillagning och detta är därför inget bra sätt att skydda konsumenten. Rostning av kaffe, som sker vid ca 200°C i 20 minuter har dock visat sig kunna bryta ner en stor del av ochratoxininnehållet i råkaffe. Det finns även studier som visat att aflatoxinhalten i ris kan minska med 30 procent under kokning^{216,217}.

Då mykotoxiner bryts ner vid olika tillagningsprocesser är det sällan man vet vad nedbrytningsprodukten består av, vilket kan vara viktigt för att kunna bedöma säkerheten för konsumenten.

Till sist, vad kan konsumenten själv göra för att reducera intaget av mykotoxiner? Generellt sett ska man aldrig konsumera synligt möjliga livsmedel med undantag för avsiktlig användning, som i till exempel mögelost. Mögel är dock inte alltid lätt för konsumenten att se och därför bör man även ge akt på missfärgning, skrumpnad och lukt. Livsmedelsverket har utarbetat några enkla råd som konsumenten kan följa och dessa redovisas i faktarutan nedan.

FAKTARUTA: Vad gör man med möjliga livsmedel?

Bröd

Undvik att äta möjligt matbröd. Bröd kan dock ätas om smärre enstaka mögelfläckar på ett tidigt stadium kan skäras bort med god marginal.

Bär

Kassera möjliga eller ruttna bär. Använd endast friska, fasta bär till sylt och saft.

Frukt

Vid smärre ytliga mögelangrepp bör de angripna partierna skäras bort med marginal.

Vid mer utbredda angrepp, då frukten fått djupa rötskador, bör den kasseras. Använd endast frisk frukt vid beredning av mos eller must.

Sylt

Har man tillsatt minst 500 gram socker per kg bär eller mos kan sylten konsumeras efter det att mögelskiktet avlägsnats med god marginal. Har man tillsatt mindre sockermängd bör dock den möjliga sylten kasseras.

Om man vill ha en lättsockrad sylt men slippa mögelproblem är ett alternativ att frysa in sylten i mindre förpackningar. Då kan man ta fram så mycket sylt man behöver för dagen och undvika att sylten står i kylskåpet och möglar.

Saft

Saft som har angripits av mögel bör slängas.

Kokar man saft med 500 gram socker per kg bär eller frukt och med rekommenderad mängd konserveringsmedel minskar risken för mögelväxt och toxinbildning i saft.

Använder man mindre socker bör hållbarheten säkras med hjälp av konserveringsmedel, frysning eller värmekonservering.

Nötter och mandel

Möjliga kärnor kasseras. Missfärgade och skrumpna nötter kan bero på mögelangrepp och bör inte heller konsumeras. Observera särskilt att paranötter ofta är möjliga i mitten och att det därför är lämpligt att bryta itu nöten.

Hård ost

Skär bort mögelfläckar plus en centimeter runt det angripna stället.

Förslag till prioriterade kartläggningsstudier

Utifrån arbetet med denna riskprofil har följande förslag till kartläggningsstudier utkristalliserats. De olika förslagen är inte viktade mot varandra eftersom viktningen bör vara en del av påföljande riskhantering. Förslagen redovisas i punktform nedan:

- Under 2007 genomförde Livsmedelsverket en kartläggningsstudie på ris (framförallt basmatiris) och fann hög frekvens av aflatoxin i både basmatiris och jasminris. Ett flertal prov hade halter över gällande gränsvärden. Detta bör följas upp som ett kontrollprojekt och då bör fokus även vara på jasminris eftersom endast 8 prov inkluderas 2007 varav två innehöll aflatoxin över gränsvärdet. Vidare bör barnmat som innehåller ris och risstärkelse inkluderas i undersökningen.
- De oreglerade trichothecenerna T-2 och HT-2 påvisades i förhållandevis höga halter i det Ekologiska projektet som genomfördes vid SLV 2001-2003. Detta bör följas upp genom ett kartläggningsprojekt med avseende på dessa toxiner i livsmedel, det vill säga i processade havrebaserade livsmedel och inte rå spannmål.
- Det finns exempel där biomonitoring av blod och urin har använts för att uppskatta mykotoxinintaget hos konsumenter. Man bör utreda om detta kan vara en kostnadseffektiv metod för att bevaka det faktiska intaget och på så vis undvika den mängd av felkällor som finns vad gäller konsumtionsdata, brist på representativa förekomstdata och kunskaper om biotillgänglighet.
- Både aflatoxiner, ochratoxin A och fumonisiner förekommer i torkad frukt, bland annat i fikon, russin, aprikoser och dadlar. Toxiner i torkad frukt, framförallt fikon, leder till ett stort antal RASFF-notifieringar varje år. Det finns inga haltdata på toxiner i torkad frukt på den svenska marknaden. Det finns ett behov av ökad kunskapsuppbyggnad kring vilka mögelsvampar som utgör de mykologiska riskerna.
- I faroidentifieringen framkom att vissa oreglerade och förhållandevis okända toxiner förekommer i mer än ett livsmedel. Till exempel har penitrem A, cyklopiasonsyra och citrinin rapporterats från ett flertal olika livsmedel till exempel nötter, ost och spannmål. Även alternariatoxiner nämns i många sammanhang. Det finns idag inte metoder uppsatta för dessa toxiner vid Livsmedelsverket och knappt några svenska data på förekomst. Vi anser att en kartläggningsstudie behövs för att öka kunskapen om förekomst av de mögel som bildar dessa toxiner och även förekomsten av mykotoxinerna. Vi ser också ett behov av ökad kunskap kring mögelsvamparnas bildning av till exempel penitrem A.
- Det finns relativt omfattande kunskap kring mögel och mögelgifter i vete, korn, råg och havre men mycket mindre kunskap kring mer ovanliga spannmål såsom quinoa, durumvete och så vidare. En kartläggningsstudie bör genomföras för att kunna uppskatta intaget av mykotoxiner från mer ovanliga basråvaror där konsumtionen tros ha ökat de senaste åren och som dessutom ofta ingår i populära bantningsdieter.
- Det behövs mer kunskap om förekomsten av ochratoxin A i animaliska produkter med anledning av de höga värden som analyserats från gris och nötnjure i kontrollprogrammen under de senaste två åren. Produkter som kan vara aktuella är lever, njure, leverpastej, blodpudding eller korv som innehåller blod/plasma från svin. Arbetet kan lämpligen genomföras i samarbete med SVA med screening av ochratoxin A i blod från grisar från vissa utvalda delar av Sverige.

Slutsatser

- Den svenske medelkonsumenten har ett intag av mykotoxiner under föreslagna gränsvärden för tolerabelt dagligt intag (TDI). För aflatoxin B₁, för vilken TDI inte kan fastställas, motsvarar medelintaget 3 till 20 fall av levercancer per år i Sverige, beräknat utifrån human- respektive djurstudier. Detta antal fall motsvarar 1-7% av det årliga totala antalet fall av alla typer av primär levercancer^x. Det finns dock en stor osäkerhet i uppskattningarna på grund av att intagsberäkningarna för vissa toxiner är baserade på ett begränsat antal livsmedelsanalyser samt att de konsumtionsdata som finns inte ger tillräckligt noggrann information om specifik konsumtion av vissa livsmedel.
- Intagsberäkningarna visar att ris- och havreprodukter dominerar bidraget till totalintaget av aflatoxin respektive trichotecener.
- Det saknas haltdata för oreglerade mykotoxiner i svenska livsmedel. Till exempel bör förekomsten i livsmedel av trichotecenerna T-2 och HT-2, alternariatoxiner, penitrem A, cyklopiasonsyra och citrinin undersökas.
- Mer kunskap behövs vad gäller effekten av klimatförändringar på förekomsten av mykotoxiner i livsmedel, både inom Sverige men även globalt. Det är framförallt torka och översvämningar som kan ge ökade problem.
- Utveckling av bredare och snabbare analysmetoder för mögel och mykotoxiner måste prioriteras.
- Det behövs fortfarande mer kunskap om förebyggande åtgärder för mykotoxiner i livsmedel, framförallt för åtgärder före skörd.
- Det är svårt att jämföra folkhälsoeffekter av olika livsmedelsburna toxiner och smittämnen eftersom data i stort sett saknas och metoder behöver utvecklas för uppskattning av till exempel DALYs.

^x Beräknat utifrån Cancerregistrets senaste statistik, 2007; <http://www.socialstyrelsen.se/Statistik/statistik-amne/Cancer/cancerregistret.htm>

Referenser

1. Frisvad J, Nielsen K, Samson R. Recommendations concerning the chronic problem of misidentification of mycotoxigenic fungi associated with foods and feeds. In: Hocking A, Pitt J, Samson R, Thrane U, eds. *Advances in Food Mycology*. New York: Springer, 2006:33-46.
2. Frisvad J, Thrane U, Samson R, Pitt J. Important mycotoxins and the fungi which produce them. In: Hocking A, Pitt J, Samson R, Thrane U, eds. *Advances in Food Mycology*. New York: Springer, 2006:3-31.
3. Schaafsma A, Hooker D. Climatic models to predict occurrence of *Fusarium* toxins in wheat and maize. *International Journal of Food Microbiology* 2007;119:116-125.
4. Fredlund E, Gidlund A, Olsen M, Börjesson T, Hytte Spliid N, Simonsson M. Method evaluation of *Fusarium* DNA extraction from mycelia and wheat for down-stream real-time PCR quantification and correlation to mycotoxin levels. *Journal of Microbiological Methods* 2008;73:33-40.
5. Brodal G, Klemsdal S, Elen O, Hofgaard I. Mycotoxin situation in Norwegian cereals in recent years *5th Fusarium-toxin Forum* Brussels, 2008.
6. Bottalico A, Perrone G. Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with head blight in small-grain cereals in Europe. *European Journal of Plant Pathology* 2002;108:611-624.
7. Waalwijk C, Katselin P, de Vries I, Kerényi Z, van der Lee T, Hesselink T, Köhl J, Kerma G. Major changes in *Fusarium* spp. in wheat in the Netherlands. *European Journal of Plant Pathology* 2003;109:743-754.
8. Birzele B, Meier A, Krämer J, Dehne H. Epidemiology of *Fusarium* infection and deoxynivalenol content in winter wheat in the Rhineland, Germany. *European Journal of Plant Pathology* 2002;108:667-673.
9. Dill-Mackay R, Jones R. The effect of previous crop residues and tillage on *Fusarium* head blight of wheat. *Plant Disease* 2000;84:71-76.
10. Pussemier L, Pierard J, Anselme M, Tangni E, Motte J, Larondelle Y. Development and application of analytical method for the determination of mycotoxins in organic and conventional wheat. *Food Additives and Contaminants* 2006;23:1208 - 1218.
11. Rasmussen P, Ghorbani F, Berg T. Deoxynivalenol and other *Fusarium* toxins in wheat and rye flours on the Danish market. *Food Additives and Contamination* 2003;20:396-404.
12. Food Standards Agency (<http://www.food.gov.uk/science/surveillance/>)
13. Roscoe V, Lombaert G, Huzel V et al. Mycotoxins in breakfast cereals from the Canadian retail market: a 3-year survey *Food Additives and Contaminants* 2008;25:347 - 355.
14. Mankeviciene A, Butkute B, Dabkevicius Z, Suproniene S. *Fusarium* mycotoxins in Lithuanian cereals from the 2004-2005 harvests. *Annual Agricultural and Environmental Medicine* 2007;14:103-107.
15. Schollenberger M, Suchy S, Jara H, Drochner W, Müller H. A survey of *Fusarium* toxins in cereal-based foods marketed in an area of southwest Germany. *Mycopathologia* 1999;147:49-57.
16. Logrieco A, Rizzo A, Ferracane R, Ritieni A. Occurrence of beauvericin and enniatins in wheat affected by *Fusarium avenaceum* head blight. *Applied and Environmental Microbiology* 2002;68:82-85.

17. Yli-Mattila T, Paavanen-Huitala S, Parikka P et al. Occurrence of *Fusarium* fungi and their toxins in Finnish cereals in 1998 and 2000. *Journal of Applied Genetics* 2002;43A:207-214.
18. Börjesson, T. SLF Rapport 2006.
19. Börjesson, T. SLF Rapport 2007.
20. Olsen M, Möller T. Mögel och mykotoxiner i spannmål. *Vår Föda* 1995;8:30-33.
21. Klemsdal S, Aamot H, Hofgaard I, Elen O, Brodal G. T-2 and HT-2 toxin and some other *Fusarium* toxins in Norwegian cereals *6th Fusarium Forum*. Brussels, 2009.
22. Jürgensen K, Jacobsen J. Occurrence of ochratoxin A in Danish wheat and rye, 1992-99. *Food Additives and Contamination* 2002;19:1184-1189.
23. Lund F, Frisvad J. *Penicillium verrucosum* in wheat and barley indicates presence of ochratoxin A. *Journal of Applied Microbiology* 2003;95:1117-1123.
24. Scudamore K, Patel S, Breeze V. Surveillance of stored grain from the 1997 harvest in the United Kingdom for ochratoxin A. *Food Additives and Contamination* 1999;16:281-290.
25. Häggblom P. *Alternaria* mycotoxins in Swedish feed grain *5th Fusarium-toxin Forum*. Brussels, 2008.
26. Scott P. Analysis of agricultural commodities and foods for *Alternaria* mycotoxins. *Journal of AOAC International* 2001;84:1809-1817.
27. Li F, Yoshizawa T. *Alternaria* mycotoxins in weathered wheat from China. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2000;48:2920-2924.
28. Young J. Variability in the content and composition of alkaloids found in Canadian ergot. II. Wheat. *Journal of Environmental Science and Health* 1981;16:381-393.
29. Pettersson H. Controlling mycotoxins in animal feed. In: Magan N, Olsen M, eds. *Mycotoxins in food - detection and control*. Cambridge, England: Woodhead publishing limited, 2004.
30. Scott P, Van Walbeek W, Kennedy B, Anyeti D. Mycotoxins (ochratoxin A, citrinin, and sterigmatocystin) and toxigenic fungi in grains and other agricultural products. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 1972;20:1103-1109.
31. Abramson D. Determination of citrinin in barley by indirect and direct enzyme immunoassay. *Journal of AOAC International* 1996;79:1325-1329.
32. Vrabcheva T, Usleber E, Dietrich R, Martlbauer E. Co-occurrence of ochratoxin A and citrinin in cereals from Bulgarian villages with a history of Balkan endemic nephropathy. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 2000;48:2483-2488.
33. Torp M, Nirenberg H. *Fusarium langsethiae* sp. nov. on cereals in Europe. *International Journal of Food Microbiology* 2004;95:247-256.
34. Jestoi M. Emerging *Fusarium*-mycotoxins fusaproliferin, beauvericin, enniatins, and moniliformin - a review. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 2008;48:21-49.
35. Lombaert G, Pellaers P, Roscoe M, Neil R, Scott P. Mycotoxins in infant cereal foods from the Canadian retail market. *Food Additives and Contaminants* 2003;20:494 - 504.
36. Eskola M, Parikka P, Rizzo A. Trichothecenes, ochratoxin A and zearalenone contamination and fusarium infection in Finnish cereal samples in 1998. *Food Additives and Contamination* 2001;18:707-718.
37. Langseth W, Elen O. The occurrence of deoxynivalenol in Norwegian cereals - difference between years and districts, 1988-1996. *Acta Agricultural Scandinavia, Section B, Soil and Plant Science* 1997;47:176-184.
38. Langseth W, Rundberget T. The occurrence of HT-2 toxin and other trichothecenes in Norwegian cereals. *Mycopathologia* 1999;147:157-165.

39. Müller H, Reimann J, Schumacher U, Schwadorf K. Natural occurrence of *Fusarium* toxins in oats harvested during five years in an area of southwest Germany. *Food Additives and Contamination* 1998;15:801-806.
40. Usleber E. Improvement and validation of methods of analysis for type A trichotecenes (T-2 toxin and HT-2 toxin), and occurrence of these mycotoxins in food in Germany *5th Fusarium-toxin Forum*. Brussels, 2008.
41. Schollenberger M, Müller H, Ruffe M, Suchy S, Plank S, Drochner W. Natural occurrence of 16 fusarium toxins in grains and feedstuffs of plant origin from Germany. *Mycopathologia* 2006;161:43-52.
42. Molinie A, Faucet V, Castegnaro M, Pfohl-Leszkowicz A. Analysis of some breakfast cereals on the French market for their contents of ochratoxin A, citrinin and fumonisin B1. *Food Chemistry* 2005;92:391-400.
43. Vrabcheva A, Usleber E, Dietrich R, Maertbauer E. Co-occurrence of ochratoxin A and citrinin in cereals from Bulgarian villages with a history of Balkan endemic nephropathy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2000;48:2483 - 2488.
44. Young J. Variability in the content and composition of alkaloids found in Canadian ergot. I. Rye. *Journal of Environmental Science and Health* 1981;16:83-111.
45. Bürk G, Höbel W, Richt A. Ergot alkaloids in cereal products. Results from the Bavarian Health and Food Authority. *Molecular Nutrition & Food Research* 2006;50:437-442.
46. Lund F, Filtenborg O, Westall S, Frisvad J. Associated mycoflora of rye bread. *Letters of Applied Microbiology* 1996;23:213-217.
47. Pacin A, Gonzáles H, Etcheverry M, Resnik S, Vivas L, Espin S. Fungi associated with food and feed commodities from Ecuador. *Mycopathologia* 2002;156:87-92.
48. Pitt J, Hocking A, Bhudhasamai K, Miscamble B, Wheeler K, Tanboon-Ek P. The normal mycoflora of commodities from Thailand. 2. Beans, rice, small grains and other commodities. *International Journal of Food Microbiology* 1994;23:35-53.
49. EU-kommissionens förordning (EG) nr 856/2005 av den 6 juni 2005 om ändring av förordning (EG) nr 466/2001 när det gäller fusariumtoxiner. *Europeiska unionens officiella tidning* 2005.
50. Abdullah N, Nawawi A, Othman I. Survey of fungal counts and natural occurrence of aflatoxins in Malaysian starch-based foods. *Mycopathologia* 1998;143:53-58.
51. Bandara J, Vithanage A, Bean G. Occurrence of aflatoxin in paraboiled rice in Sri Lanka. *Mycopathologia* 1991;116:65-70.
52. Escobar A, Rigueiro O. Determination of aflatoxin B1 in food and feedstuffs in Cuba (1990 through 1996) using an immunoenzymatic reagent kit (Aflacen). *Journal of Food Protection* 2002;65:219-221.
53. Osman N, Abdelgadir A, Moss M, Bener A. Aflatoxin contamination of rice in the United Arab Emirates. *Mycotoxin Research* 1999;15:39-44.
54. Park W, Choi S, Hwang H, Kim Y. Fungal mycoflora and mycotoxins in Korean polished rice destined for humans. *International Journal of Food Microbiology* 2005;103:305-314.
55. Sales E, Yoshizawa T. Updated profile of aflatoxin and *Aspergillus* section *Flavi* contamination in rice and its byproducts from the Philippines. *Food Additives and Contamination* 2005;22:429-436.
56. Sangare-Tigori B, Moukha S, Koudadio H, Betbeder A-M, Dano D, Creppy E. Co-occurrence of aflatoxin B1, fumonisin B1, ochratoxin A and zearalenone in cereals and peanuts from Côte d'Ivoire. *Food Additives and Contamination* 2006;23:1000-1007.

57. Toteja G, Mukherejee A, Diwakar S, Singh P, Saxena BN, Sinha KK, Sinha AK, Kumar N, Nagaraja KV, Bai G, Krishna Prasad CA, Vanchinathan S, Roy R, Sarkar S. Aflatoxin B₁ contamination of parboiled rice samples collected from different states of India: A multi-centered study. *Food Additives and Contamination* 2006;23:411-414.
58. Fredlund E, Thim A-M, Gidlund A, Brostedt S, Nyberg M, Olsen M. Moulds and mycotoxins in rice in Swedish retail. *Food Additives and Contaminants*. 2008;26:527-533.
59. Pitt J, Hocking A. *Fungi and Food Spoilage*. Cambridge: University Press, 1997:593.
60. Xu B, Jia X, Gu L, Sung C. Review on the qualitative and quantitative analysis of the mycotoxin citrinin. *Food Control* 2006;17:271 – 285.
61. Eisenbrand G. Opinion of the senate commission on food safety of the German research foundation *Molecular Nutrition and Food Research*. 2006;50:322-327.
62. Logrieco A, Mulè G, Moretti A, Bottalico A. Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with maize ear rot in Europe. *European Journal of Plant Pathology* 2002;108:597-609.
63. Pietri A, Bertuzzi T, Pallaroni L, Piva G. Occurrence of mycotoxins and ergosterol in maize harvested over 5 years in Northern Italy. *Food Additives and Contamination* 2004;21:479-487.
64. Solfrizzo M, de Girolamo A, Visconti A. Determination of fumonisins B1 and B2 in cornflakes by high performance liquid chromatography and immunoaffinity clean – up. *Food Additives and Contaminants* 2001;18:227-235.
65. Engelhardt G, Bartel L, Sparrer D. *Fusarium* mycotoxins and ochratoxin A in cereals and cereal products. Results from the Bavarian Health and Food Safety Authority in 2004. *Molecular Nutrition and Food Research* 2006;50:401 - 405.
66. Arici M, Daglioglu O, Gumus T, Daglioglu F. Occurrence of fumonisin in processed and low processed corn based products in Turkey. *Acta Alimentaria* 2004;33:325 - 328.
67. Barrier-Guillot B. T2 and HT2 in cereals grown in France *5th Fusarium-toxin Forum*. Brussels, 2008.
68. Cervero M, Castillo M, Montes R, Hernandez E. Determination of trichothecenes, zearalenone and zearalenols in commercially available corn-based foods in Spain. *Revista iberoamericana de micología : órgano de la Asociación Española de Especialistas en Micología* 2007;24:52-55.
69. de Nijs M, Sizoo E, Rombouts F, Notermans S, van Egmond H. Fumonisin B1 in maize for food production imported in The Netherlands. *Food Additives and Contamination* 1998;15:389-392.
70. de Nijs M, Sizoo E, Vermunt A, Notermans S, van Egmond H. The occurrence of fumonisin B1 in maize-containing foods in The Netherlands. *Food Additives and Contamination* 1998;15:385-388.
71. Sugita-Konishi Y, Nakajima M, Tabata S et al. Occurrence of aflatoxins, ochratoxin A, and fumonisins in retail foods in Japan. *Journal of Food Protection* 2006;69:1365-1370.
72. Patel S, Hazel C, Winterton A, Gleadle A. Surveillance of fumonisins in UK maize-based foods and other cereals. *Food Additives and Contaminants* 1997;14:187-191.
73. Petersen A, Thorup I. Preliminary evaluation of fumonisins by the Nordic countries and occurrence of fumonisins B1 and B2 in corn based foods on the Danish market. *Food Additives and Contaminants* 2001;18:221 - 226.
74. Giorni P, Magan N, Pietri A, Bertuzzi T, Battilani P. Studies on *Aspergillus* section *Flavi* isolated from maize in Northern Italy. *International Journal of Food Microbiology* 2007;113:330-338.

75. Probst C, Njapau H, Cotty P. Outbreak of an acute aflatoxicosis in Kenya in 2004: identification of the causal agent. *Applied and Environmental Microbiology* 2007;73:2762-2764.
76. Johnsson P, Thim A-M. Riksprojekt 2006 - Mögel och mykotoxiner. Uppsala: Livsmedelsverket, 2007.
77. Schollenberger M, Muller H, Ruffle M, Suchy S, Planck S, Drochner W. Survey of *Fusarium* toxins in foodstuffs of plant origin marketed in Germany. *International Journal of Food Microbiology* 2005;97:317-326.
78. Olsen M, Johnsson P, Möller T, Paladino R, Lindblad M. *Aspergillus nomius*, an important aflatoxin producer in Brazil nuts? *World Mycotoxin Journal* 2008;1:123-126.
79. RASFF. The Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF), Annual Report 2007. In: Directorate-General for Health and Consumers, ed.: European Commission, 2008.
80. Boutrif E, Jemmali M, Pohland A, Campbell A. Aflatoxin in Tunisian Aleppo pine nuts. *Journal of AOAC International* 1977;60:747-748.
81. Bayman P, Baker J, Mahoney N. *Aspergillus* on tree nuts: incidence and associations. *Mycopathologia* 2002;155:161-169.
82. Bayman P, Baker J, Doster M, Michailides T, Mahoney N. Ochratoxin A production by the *Aspergillus ochraceus* group and *Aspergillus alliaceus*. *Applied and Environmental Microbiology* 2002;68:2326-2329.
83. Cole R. Fungal tremorgens. *Applied Biochemistry and Microbiology* 1993;29:32 - 37.
84. Munday J, Thompson D, Finch S, Babu JV, Wilkins AL, di Menna ME, Miles CO. Presumptive tremorgenic mycotoxicosis in a dog in New Zealand, after eating mouldy walnuts. *New Zealand Veterinary Journal* 2008;56 145-148.
85. Richard J, Bacchetti P, Arp L. Moldy walnut toxicosis in a dog, caused by the mycotoxin, penitrem A. *Mycopathologia* 1981;76:55-58.
86. Overy D, Seifert K, Savard M, Frisvad J. Spoilage fungi and their mycotoxins in commercially marketed chestnuts. *International Journal of Food Microbiology* 2003;88:67-77.
87. Trucksess M, Scott P. Mycotoxins in botanicals and dried fruits: A review. *Food Additives and Contaminants* 2008;25:181-192.
88. Sahay S, Prasad T. The occurrence of aflatoxins in mustard and mustard products. *Food Additives and Contamination* 1990;7:509-513.
89. Jonsyn F. Seedborne fungi of sesame (*Sesamum indicum* L) in Sierra Leone and their potential aflatoxin/mycotoxin production. *Mycopathologia* 1988;104:123-127.
90. Patel S, Hazel C, Winterton A, Mortby E. Survey of ethnic food for mycotoxins. *Food Additives and Contaminants* 1996;13:833-841.
91. Schollenberger M, Müller H-M, Ruffle M, Drochner W. Natural occurrence of 16 *Fusarium* toxins in edible oil marketed in Germany. *Food Control* 2008;19:475-482.
92. Karbancloglu-Güler F, Heperkan D. Natural occurrence of ochratoxin A in dried figs. *Analytica Chimica Acta* 2008;617:32-36.
93. Iamanaka B, Taniwaki M, Menezes H, Vicente E, Fungaro M. Incidence of toxigenic fungi and ochratoxin A in dried fruits sold in Brazil. *Food Additives and Contaminants* 2005;22:1258-1263.
94. Karbancloglu-Güler F, Heperkan D. Natural occurrence of fumonisin B1 in dried figs as an unexpected hazard. *Food and Chemical Toxicology* 2009;47:289-292.
95. Drusch S, Ragab W. Mycotoxins in fruits, fruit juices, and dried fruits. *Journal of Food Protection* 2003;66:1514-1527.
96. Hocking A, Leong S, Kazi B, Emmett R, Scott E. Fungi and mycotoxins in vineyards and grape products. *International Journal of Food Microbiology* 2007;119:84-88.

97. Romero S, Comerio R, Larumbe G, Ritieni A, Vaamonde G, Fernández Pinto V. Toxigenic fungi isolated from dried vine fruits in Argentina. *International Journal of Food Microbiology* 2005;104:43-49.
98. Shunzhong H, Yiquan J, Huarong B, Jianping H, Shusen Y, Zhen, L, Youchuan X. An outbreak of poisoning from *Penicillium cyclopium* contaminated dried Persimmon. *Biomedical and environmental sciences* 1992;5:115-124.
99. Jiménez M, Mateo R. Determination of mycotoxins produced by *Fusarium* isolates from banana fruits by capillary gas chromatography and high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A* 1997;778:363-372.
100. Chakrabarti D, Ghosal S. Occurrence of free and conjugated 12,13-epoxytrichothecenes and zearalenone in banana fruits infected with *Fusarium moniliforme*. *Applied and Environmental Microbiology* 1986;51:217-219.
101. Åkerstrand K, Josefsson E. Mögel och mykotoxiner i bönor och ärtor. *Vår Föda* 1979;31:405-414.
102. Domijan A, Peraica M, Zlender V, Cvjetkovic B, Jurjevic Z, Topolovec-Pintaric S, Ivic D. Seed-borne fungi and ochratoxin A contamination of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in the Republic of Croatia. *Food and Chemical Toxicology* 2005;43:427-432.
103. Schollenberger M, Muller H, Ruffle M, Terry-Jara H, Suchy S, Plank S, Drochner W. Natural occurrence of *Fusarium* toxins in soy food marketed in Germany. *International Journal of Food Microbiology* 2007;113:142-146.
104. Fazekas B, Tar A, Kovács M. Aflatoxin and ochratoxin A content of spices in Hungary. *Food Additives and Contaminants* 2005;22:856-863.
105. Romagnoli B, Menna V, Gruppioni N, Bergamini C. Aflatoxins in spices, aromatic herbs, herb-teas and medicinal plants marketed in Italy. *Food Control* 2007;18:697-701.
106. Zinedine A, Brera C, Elakhdari S, Catano C, Debegnach F, Angelini S, De Santis B, Faid M, Benlemlih M, Minardi V, Miraglia M. Natural occurrence of mycotoxins in cereals and spices commercialized in Morocco. *Food Control* 2006;17:868-874.
107. Thirumala-Devi, Mayo M, Reddy G, Emmanuel K, Landondelle Y, Reddy D. Occurrence of Ochratoxin A in black pepper, coriander, ginger and turmeric in India. *Food Additives and Contaminants* 2001;18:830 -835.
108. Ariño A, Herrera M, Langa E, Raso J, Herrera A. Ochratoxin A in liquorice as affected by processing methods. *Food Additives and Contaminants* 2007;24:987-992.
109. Martins M, Martins H, Bernardo F. Fumonisin B1 and B2 in black tea and medicinal plants. *Journal of Food Protection* 2001;64:1268-1270.
110. O'Riordan M, Wilkinson M. A survey of incidence and level of aflatoxin contamination in a range of imported spice preparations on the Irish retail market. *Food Chemistry* 2008;107:1429-1435.
111. Gatti M, Fraga M, Magnoli C, Dalcerro A, da Rocha Rosa C. Mycological survey for potential aflatoxin and ochratoxin producers and their toxicological properties in harvested Brazilian black pepper. *Food Additives and Contaminants* 2003;20:1120-1126.
112. Jackson L, Beacham-Bowden T, Keller S, Adhikari C, Taylor KT, Chirtel SJ, Merker RI. Apple quality, storage, and washing treatments affect patulin levels in apple cider. *Journal of Food Protection* 2003;66:618-624.
113. Åkerstrand K, Andersson A. Bildning och spridning av patulin i sylt, äppelmos och äpple. *Vår Föda* 1979;31:357-636.
114. Olsen M, Thuvander A, Möller T, Enghardt Barbieri H, Staffas A, Jansson A, Salomonsson A-C, Hult K. Mykotoxiner i livsmedel - halter, intag och risker. *SLV Rapportserie* 1998;22.

115. Gonzalez-Osnaya L, Soriano J, Molto J, Manes J. Expose to patulin from consumption of apple based products. *Food Additives and Contaminants* 2007;24:1268 – 1274.
116. Katerere D, Stockenström S, Thembo K, Balducci G, Shepard G. Investigation of patulin contamination in apple juice sold in retail outlets in Italy and South Afrika. . *Food Additives and Contaminants* 2007;24:630 – 634.
117. Moukas A, Panagiotopoulo V, Markaki P. Determination of patulin in fruit juices using HPLC – DAD and GC – MSD techniques. *Food Chemistry* 2008;109:860 - 867.
118. Baert K, De Meulenaer B, Kamala A, Kasase C, Devlieghere F. Occurrence of patulin in organic, conventional, and handcrafted apple juices marketed in Belgium. *Journal of Food Protection* 2006;69:1371-1378.
119. Piemontese L, Solfrizzo M, Visconte A. Occurence of patulin in conventional and organic fruit products in Italy and subsequent expose assessment. *Food Additives and Contaminants* 2005;22:437 – 442.
120. Demirci A, Arici M, Gumus T. Presence of patulin in fruit and fruit juices produced in Turkey. *Ehrnaehrungs Umschau* 2003;50:262-263.
121. Fengqin L, Shan Z, Leejiuan C, Yuwei L, Duoija W, Xi Z, Chunhui H, Hongyuan Z, Rong J. Determination of patulin in apple and hawthorn beverages by solid phase filtration column and liquid chromatography. *Journal of AOAC International* 2007;90:167 – 172.
122. Andersen B, Smedsgaard J, Frisvad J. *Penicillium expansum*: consistent production of patulin, chaetoglobosins, and other secondary metabolites in culture and their natural occurrence in fruit products. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 2004;52:2421-2428.
123. Robiglio A, Lopez S. Mycotoxin production by *Alternaria alternata* strains isolated from red delicious apples in Argentina. *International Journal of Food Microbiology* 1995;24:413-417.
124. Delgado T, Gomez-Cordoves C. Natural occurrence of alternariol and alternariol methyl ether in Spanish apple juice concentrates. *Journal of Chromatography A* 1998;815:93-97.
125. Lau B, Scott P, Lewis D, Kanhere SR, Cléroux C, Roscoe VA. Liquid chromatography – mass spectrometry and liquid chromatography of the *Alternaria* mycotoxins alternariol and alternariol monomethyl ether in fruit juices and beverages. *Journal of Chromatography A* 2003;998:119 -131.
126. Lugauskas A, Repeckiene J, Novosinskas H. Micromycetes, producers of toxins, detected on stored vegetables. *Annual Agricultural and Environmental Medicine* 2005;12:253-260.
127. Lugauskas A, Stakeniene J. Toxin producing micromycetes on fruit, berries, and vegetables. *Annual Agricultural and Environmental Medicine* 2002;9:183-197.
128. Chenglan L, Fengmao L, Wenna X, Kofoet A, Humpf H, Shuren J. Occurrence of fumonisins B1 and B2 in asparagus from Shandong province P.R. China. *Food Additives and Contaminants* 2005;22:673 - 676.
129. Solfrizzo M, De Girolamo A, Vitti C, Visconti A, van den Bulk R. Liquid chromatographic determination of *Alternaria* toxins in carrots. *Journal of AOAC International* 2004;87:101-106.
130. Solfrizzo M, Girolamo A, Vitti C, Tylkowska K, Grabarkiewicz-Szczesna J, Szopinska D, Dorna H. Toxigenic profile of *Alternaria alternata* and *Alternaria radicina* occurring on umbelliferous plants. *Food Additives and Contamination* 2005;22:302-308.
131. da Motta S, Valente Soares L. Survey of Brazilian tomato products for alternariol, alternariol monomethyl ether, tenuazonic acid and cyclopiazonic acid. *Food Additives and Contamination* 2001;18:630-634.

132. Song H, Lee H, Jeong J, Park H, Lee C. Diversity in beauvericin and enniatins H, I, and MK1688 by *Fusarium oxysporum* isolated from potato. *International Journal of Food Microbiology* 2008;122:296-301.
133. Batista L, Chalfoun S, Prado G, Schwan R, Wheals A. Toxigenic fungi associated with processed (green) coffee beans (*Coffea arabica* L.). *International Journal of Food Microbiology* 2003;85:293-300.
134. Morello L, Sartori D, de Oliveira Martinez A, Vieira M, Taniwaki M, Fungaro M. Detection and quantification of *Aspergillus westerdijkiae* in coffee beans based on selective amplification of b-tubulin gene by using real-time PCR. *International Journal of Food Microbiology* 2007;119:270-276.
135. Noonim P, Mahakarnchanakul W, Nielsen K, Frisvad J, Samson R. Isolation, identification and toxigenic potential of ochratoxin A-producing *Aspergillus* species from coffee beans grown in two regions of Thailand. *International Journal of Food Microbiology* 2008;128:197-202.
136. Taniwaki M, Pitt J, Teixeira A, Iamanaka B. The source of ochratoxin A in Brazilian coffee and its formation in relation to processing methods. *International Journal of Food Microbiology* 2003;82:173-179.
137. Magnoli C, Astoreca A, Ponsone M, Barberis C, Fernandez-Juri M, Dalcero A. Ochratoxin- and aflatoxin-producing fungi associated with green and roasted samples consumed in Argentina. *World Mycotoxin Journal* 2008;1:419-427.
138. Soliman K. Incidence, level and behaviour of aflatoxins during coffee bean roasting and decaffeination. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2002;50:7477-7481.
139. Sanchez-Hervás M, Gil J, Bisbal F, Ramón D, Martínez-Culebras P. Mycobiota and mycotoxin producing fungi from cocoa beans. *International Journal of Food Microbiology* 2008.
140. Serra Bonvehi J. Occurrence of ochratoxin A in cocoa products and chocolate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2004;52:6347-6352.
141. Burdaspal P, Legrada T. Occurrence of Ochratoxin A in samples of different types of chocolate and cacao powder, marketed in Spain and in fifteen foreign countries. *Alimentaria* 2003;347:143-153.
142. Omurtag G, Yazicioglu D. Determination of fumonisins B1 and b2 in herbal tea and medicinal plants in Turkey by HPLC. *Journal of Food Protection* 2004;67:1782 - 1786.
143. Halt M. Moulds and mycotoxins in herb tea and medicinal plants. *European Journal of Epidemiology* 1998;14:269-274.
144. Schwarz P, Casper H, Beattie S. Fate and development of naturally occurring *Fusarium* mycotoxins during malting and brewing. *Journal of American Society of Brewing* 1995;53:121-127.
145. Anselme M, Tangni E, Pussemier L, Motte JC, Van Hove F, Schneider YJ, Van Peteghem C, Larondelle Y. Comparison of ochratoxin A and deoxynivalenol in organically and conventionally produced beers sold on the Belgian market. *Food Additives and Contaminants* 2006;23:910-918.
146. Papadopoulou-Bouraoui A, Vrabcheva T, Valzacchi S, Stroka J, Anklam E. Screening survey of deoxynivalenol in beer from the European market by an enzyme-linked immunosorbent assay. *Food Additives and Contaminants* 2004;21:607-617.
147. Slaiding I. T-2, HT-2 and deoxynivalenol (DON) in malting barley and malt 6th *Fusarium Forum*. Brussels, 2009.
148. Fournier R. Fusariotoxins on malting barley from field to end product and by-products 6th *Fusarium Forum*. Brussels, 2009.
149. Mateo R, Medina A, Mateo E, Mateo F, Jimenez M. An overview of ochratoxin A in beer and wine. *International Journal of Food Microbiology* 2007;119:79-83.

150. Harcz P, Tangni E, Wilmart O, Moons E, Van Peteghem C, De Saeger S, Schneider YJ, Larondelle Y, Pussemier L. Intake of ochratoxin A and deoxynivalenol through beer consumption in Belgium. *Food Additives and Contamination* 2007;24:910-916.
151. Cole R, Dorner J, Cox R, Raymond J. Two classes of alkaloid mycotoxins produced by *Penicillium crustosum* Thom isolated from contaminated beer. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 1983;31:655-657.
152. Möller T, Åkerstrand K, Massoud T. Toxin-producing species of *Penicillium* and the development of mycotoxins in must and homemade wine. *Natural Toxins* 1997;5:86-89.
153. Skaug M. Analysis of Norwegian milk and infant formulas for ochratoxin A. *Food Additives and Contamination* 1999;16:75-78.
154. Breitholtz A, Olsen M, Dahlbäck A, Hult K. Plasma ochratoxin A levels in three Swedish populations surveyed using an ion-pair HPLC technique. *Food Additives and Contamination* 1991;8:183-192.
155. López C, Ramos L, Ramadán S, Bulacio L, Perez J. Distribution of aflatoxin M1 in cheese obtained from milk artificially contaminated. *International Journal of Food Microbiology* 2001;64:211-215.
156. Le Bars J. Cyclopiazonic acid production by *Penicillium camemberti* Thom and natural occurrence of this mycotoxin in cheese. *Applied and Environmental Microbiology* 1979;38:1052-1055.
157. Dorner J, Cole R, Erlington D, Suksupath S, McDowell G, Bryden W. Cyclopiazonic acid residues in milk and eggs. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 1994;42:1516-1518.
158. Finoli C, Vecchio A, Galli A, Dragoni I. Roquefortine C occurrence in blue cheese. *Journal of Food Protection* 2001;64:246-251.
159. Kokkonen M, Jestoi M, Rizzo A. Determination of selected mycotoxins in mould cheeses with liquid chromatography coupled to tandem with mass spectrometry. *Food Additives and Contamination* 2005;22:449-456.
160. Ware G, Thorpe C, Pohland A. Determination of roquefortine in blue cheese and blue cheese dressing by high pressure liquid chromatography with ultraviolet and electrochemical detectors. *Journal of AOAC International* 1980;63:637-641.
161. Scott P, Kanhere S. Instability of PR toxin in blue cheese. *Journal of AOAC International* 1979;62:141-147.
162. Kokkonen M, Jestoi M, Rizzo A. The effect of substrate on mycotoxin production of selected *Penicillium* strains. *International Journal of Food Microbiology* 2005;99:207 - 214.
163. Richard J, Arp L. Natural occurrence of the mycotoxin penitrem A in moldy cream cheese. *Mycopathologia* 1979;67:107-109.
164. Lund F, Filtenborg O, Frisvad J. Associated mycoflora of cheese. *Food Microbiology* 1995;12:173-180.
165. Northolt M, van Egmond H, Soentoro P, Deijll E. Fungal growth and the presence of sterigmatocystin in hard cheese. *Journal of AOAC International* 1980;63:115-119.
166. Lafont P, Siriwardana M, DeBoer E. Contamination of dairy products by fungal metabolites. *Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology* 1990;10:99-102.
167. Bailly J, Querin A, Le Bars-Bailly S, Benard G, Guerre P. Citrinin production and stability in cheese. *Journal of Food Protection* 2002;65:1317-1321.
168. Oliviera C, Kobashigawa E, Reis T, Mestieri L, Albuquerque R, Corrêa B. Aflatoxin B₁ residues in eggs of laying hens fed a diet containing different levels of the mycotoxin. *Food Additives and Contamination* 2000;17:459-462.

169. Kuiper-Goodman T, Scott P. Risk assessment of the mycotoxin ochratoxin A. *Biomedical and Environmental Science* 1989;2:179-248.
170. Micco C, Miraglia M, Benelli L, Onori R, Ioppolo A, Mantovani A. Long term administration of low doses of mycotoxins in poultry. 2. Residues of ochratoxin A and aflatoxins in broilers and laying hens after combined administration of ochratoxin A and aflatoxin B₁. *Food Additives and Contamination* 1988;5:309-314.
171. Malagutti L, Zannotti M, Scampini A, Sciaraffia F. Effects of ochratoxin A on heavy pig production. *Animal Research* 2005;54:179-184.
172. Gareis M, Scheuer R. Ochratoxin A in meat and meat products. *Archiv für Lebensmittelhygiene* 2000;51:81-128.
173. Büchmann N, Hald B. Analysis, occurrence and control of ochratoxin A residues in Danish pig kidneys. *Food Additives and Contamination* 1985;2:193-199.
174. Josefsson E. Undersökning av ochratoxin A i svinnjurar. *Vår Föda* 1979;31:415-420.
175. Hult K, Hökby E, Gatenbeck S, Rutqvist L. Ochratoxin A in blood from slaughter pigs in Sweden: une in evaluation of toxin content of consumed feed. *Applied and Environmental Microbiology* 1980;39:828-830.
176. Dragacci S, Grosso F, Bire R, Fremy J, Coulon S. A French monitoring programme for determining ochratoxin A occurrence in pig kidneys. *Natural Toxins* 1999;7:167-173.
177. Rojas F, Jodral M, Gosalvez F, Pozo R. Mycoflora and toxigenic *Aspergillus flavus* in Spanish dry-cured ham. *International Journal of Food Microbiology* 1991;13:249-255.
178. Sutic M, Ayres J, Koehler P. Identification and aflatoxin production of molds isolated from country cured ham. *Applied Microbiology* 1972;23:656-658.
179. Wu M, Ayres J, Koehler P. Production of citrinin by *Penicillium viridicatum* on country-cured ham. *Applied Microbiology* 1974;27:427-428.
180. Larsen T, Svendsen A, Smedsgaard J. Biochemical characterization of ochratoxin A-producing strains of the genus *Penicillium*. *Applied and Environmental Microbiology* 2001;67:3630-3635.
181. Bailly J, Tabuc C, Quérim A, Guerre P. Production and stability of patulin, ochratoxin A, citrinin, and cyclopiazonic acid on dry cured ham. *Journal of Food Protection* 2005;68:1516-1520.
182. Escher F, Koehler P, Ayres J. Production of ochratoxins A and B on country cured ham. *Applied Microbiology* 1973;26:27-30.
183. Olsen M. Mycotoxins in organic and conventional foods and effects of the environment. In: Givens, Baxter, Minihane, Shaw, eds. *Effect of the environment on the health benefits of organic food*: CABI, UK, 2008:145-160.
184. JECFA. Safety evaluation of certain mycotoxins in food. WHO Additives Series 2001;74:505-506.
185. IARC. Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic amines and mycotoxins *IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans*. Lyon: IARC Press, 1993:467-488.
186. Eriksen G, Alexander J. *Fusarium* toxins in cereals - a risk assessment. *Tema Nord* 1998;502.
187. Scientific Committee on Food. 2000. Opinion of the scientific committee on food on *Fusarium* toxins Part 4¹: Nivalenol. http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out74_en.pdf.
188. Becker W, Pearson M. Kostvanor och näringsintag i Sverige - Metod och resultatanalys. Uppsala: Livsmedelsverket, 1997.
189. Nadjimi A. Svenska barns intag av mykotoxiner via maten, 2008. Examensarbete.

190. EFSA. Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to the potential increase of consumers health risk by a possible increase of the existing maximum levels for aflatoxin in almonds, hazelnuts and pistachios and derived products. *The EFSA Journal* 2007;446:1-127.
191. Erlich V, Darroudi F, Uhl M, Steinkellner H, Zsivkovits M, Knasmueller S. Fumonisin B1 is genotoxic in human derived hepatoma (HepG2) cells. *Mutagenesis* 2002;17:257-260.
192. Fredlund E, Thim A-M. Mögel och mykotoxiner i ris - fokus på basmati och rårís. *SLV Rapportserie* 2008;2.
193. EFSA. Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to ochratoxin A in food. *The EFSA Journal* 2006;365:1-56.
194. EFSA. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in Food Chain on a request from the Commission related to ergot as undesirable substance in animal feed. *The EFSA Journal* 2005;225:1-27.
195. JECFA. Safety evaluation of certain food additives and contaminants. *WHO Food additives Series* 2000;44.
196. Scientific Committee on Food. 2000. Fusarium toxins 2¹: Zearalenone. http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out65_en.pdf.
197. EFSA. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to zearalenone as undesirable substance in animal feed. *The EFSA Journal* 2004;89:1-35.
198. JECFA. Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants. *WHO Additives Series* 1995;35.
199. Wasternack C, Weisser J. Inhibition of RNA- and DNA-synthesis by citrinin and its effects on DNA precursor-metabolism in V79-E cells. *Comp Biochem Physiol B* 1992;101:225-230.
200. Yekeler H, Bitmis K, Ozcelik N, Doymaz M, Calta M. Analysis of toxic effects of *Alternaria* toxins on esophagus of mice by light and electron microscopy. *Toxicology and Pathology* 2001;29:492-497.
201. Hanika C, Carlton WW, Tuite J. Citrinin mycotoxicosis in the rabbit. *Food Chem Toxicol* 1983;21:487-493.
202. Kitabatake N, Trivedi A, Doi E. Thermal decomposition and detoxification of citrinin under various moisture conditions. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 1991;39:2240-2244.
203. Dönmez-Altuntas H, Dumlupinar G, Imamoglu N, Hamurcu Z, Liman B. Effects of the mycotoxin citrinin on micronucleus formation in a cytokinesis-block genotoxicity assay in cultured human lymphocytes. *Journal of Applied Toxicology* 2007;27:337-341.
204. Land CJ, Hult K, Fuchs R, Hagelberg S, Lundstrom H. Tremorgenic mycotoxins from *Aspergillus fumigatus* as a possible occupational health problem in sawmills. *Applied and Environmental Microbiology* 1987;53:787-790.
205. Speijers G, Speijers M. Combined effects of mycotoxins. *Toxicology Letters* 2004;153:91-98.
206. Magan N, Olsen M. *Mycotoxins in food, detection and control*. Cambridge, England: Woodhead publishing limited, 2004.
207. Sanchis V. Environmental conditions affecting mycotoxins. In: Magan N, Olsen M, eds. *Mycotoxin in Food, detection and control*: Woodhead Publishing Ltd, Abington , UK/ CRC Press LLC , Boca Raton, USA, 2004:174-189.

208. Edwards S. 2007. HGCA Project report No. 415: Investigation of *Fusarium* mycotoxins in UK barley and oat production:
http://www.hgca.com/cms_publications.output/2/2/Publications/Publication/Investigation%20of%20Fusarium%20mycotoxins%20in%20UK%20barley%20and%20oat%20production.msp?fn=show&pubcon=3941
209. Pettersson H, Börjesson T, Persson L, Lerenius C, Berg G, Gustafsson G. T-2 and HT-2 toxins in oats grown in Northern Europe. *Cereal Research Communications* 2008;36:591-592.
210. Björnstad Å, Skinnes H. Resistance to *Fusarium* infections in oat (*Avena sativa* L.). *Cereal Research Communications* 2008;36 57-62.
211. Parrika P, Rämö S, Hietaniemi V. *Fusarium* species and mycotoxins in Finnish cereals and development of infection under cultivation practices *Nordiskt Fusarium symposium*. Uppsala, 2008.
212. Olsen M, Jonsson N, Magan N, Banks J, Fanelli C, Rizzo A, Haikara A, Dobson A, Frisvad J, Holmes S, Olkku J, Persson S-J, Börjesson T. Prevention of ochratoxin A in cereals in Europe. In: Hocking A, Pitt J, eds. *Advances in Food Mycology*. USA: SPI publisher services, 2005:317 - 342.
213. Aldred D, Magan N, Olsen M. The use of HACCP in the control of mycotoxins: the case of cereals. In: Magan N, Olsen M, eds. *Mycotoxin in Food, detection and control*: Woodhead Publishing Ltd, Abington , UK/ CRC Press LLC , Boca Raton, USA, 2004:139-173.
214. Scudamore K. Control of mycotoxins: secondary processing. In: Magan N, Olsen M, eds. *Mycotoxin in Food, detection and control*: Woodhead Publishing Ltd, Abington , UK/ CRC Press LLC , Boca Raton, USA, 2004:224-243.
215. Scudamore K, Patel S. The fate of deoxynivalenol and fumonisins in wheat and maize during commercial breakfast cereal production. *World Mycotoxin Journal* 2008;1:437-448.
216. Park J, Kim Y-B. Effect of pressure cooking on aflatoxin B1 in rice. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 2006;54:2431-2435.
217. Park W, Lee C, Kim Y. Fate of aflatoxin B1 during the cooking of Korean polished rice. *Journal of Food Protection* 2005;68:1431-1434.
218. HULK. Befolkningens kostvanor och näringsintag i Sverige 1989. SLV Rapportserie 1994.
219. Agardh, Moradi, Allebeck. Riskfaktorernas bidrag till sjukdomsördan i Sverige. *Läkartidningen* 2008.
220. Kreijl C, van Knaap A. Measuring Dutch meals, healthy diet and safe food in the Netherlands, Summary and Key messages *Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM*, 2004.

Bilaga 1. Mykotoxinanalyser på SLV 1996-2007

Tabell 1. Mykotoxinanalyser utförda på SLV 1996-2007.

År	Toxin	Produkt	Antal prover	Antal positiva*	Halter (µg/kg)	Anmärkning
Spannmålsprojektet 1999						
1999	DON	Vete	75	59	<10-346	
		Råg	19	10	<10-47	
		Havre	10	4	<10-19	
	NIV	Vete	75	9	<10-30	
		Råg	19	0	<10	
		Havre	10	5	<10-33	
	OTA	Vete	75	39	<0,05-5,2	
		Råg	19	13	<0,05-27	
		Havre	10	2	<0,05-0,15	
Spannmålsanalyser 2001						
2001	DON	Vete	27	25	<10-333	Prover från kvarnar
		Havre	3	3	22-174	
Ekologiprojektet 2001-2003						
2001-2003	DON	Vete, ekologiskt odlad	24	19	<10-1522	Högst halter i kli
		Råg, ekologiskt odlad	33	29	<10-134	
		Havre, ekologiskt odlad	59	47	<10-249	
		Korn, ekologiskt odlad	4	3	<10-65	
		Müsli, ekologisk odling	14	13	<10-88	
		Vete, konventionellt odlad	27	23	<10-289	
		Råg, konventionellt odlad	33	31	<10-180	
		Havre, konventionellt odlad	59	52	<10-106	
		Korn, konventionellt odlad	4	2	<10-70	
	Müsli, konventionell odling	14	13	<10-103		
	NIV	Vete, ekologiskt odlad	24	7	<10-83	
		Råg, ekologiskt odlad	33	8	<10-170	
		Havre, ekologiskt odlad	59	42	<10-278	
		Korn, ekologiskt odlad	4	3	<10-132	
		Müsli, ekologisk odling	14	8	<10-291	
		Vete, konventionellt odlad	27	10	<10-161	
	NIV	Råg, konventionellt odlad	33	11	<10-298	
		Havre, konventionellt odlad	59	40	<10-231	
Korn, konventionellt odlad		4	4	22-86		
Müsli, konventionell odling		14	5	<10-325		

*=över kvantifieringsgräns (LOQ)

Tabell 1, forts. Mykotoxinanalyser utförda på SLV 1996-2007.

År	Toxin	Produkt	Antal prover	Antal positiva*	Halter (µg/kg)	Anmärkning
Ekologiprojektet 2001-2003, forts						
	Ac-DON	Vete, ekologiskt odlad	24	2	<10-54	
		Råg, ekologiskt odlad	33	12	<10-99	
		Havre, ekologiskt odlad	59	19	<10-103	
		Korn, ekologiskt odlad	4	1	<10-41	
		Müsli, ekologisk odling	14	3	<10-25	
	Ac-DON	Vete, konventionellt odlad	27	4	<10-100	
		Råg, konventionellt odlad	33	10	<10-99	
		Havre, konventionellt odlad	59	17	<10-115	
		Korn, konventionellt odlad	4	0	<10	
		Müsli, konventionell odling	14	2	<10-60	
	T-2	Vete, ekologiskt odlad	24	3	<10-79	
		Råg, ekologiskt odlad	33	1	<10-13	
		Havre, ekologiskt odlad	59	7	<10-221	
		Korn, ekologiskt odlad	4	0	<10	
		Müsli, ekologisk odling	14	5	<10-244	
	T-2	Vete, konventionellt odlad	27	0	<10	
		Råg, konventionellt odlad	33	2	<10-84	
		Havre, konventionellt odlad	59	14	<10-246	
		Korn, konventionellt odlad	4	0	<10	
		Müsli, konventionell odling	14	0	<10	
	HT-2	Vete, ekologiskt odlad	24	0	<10	
		Råg, ekologiskt odlad	33	0	<10	
		Havre, ekologiskt odlad	59	0	<10	
		Korn, ekologiskt odlad	4	0	<10	
		Müsli, ekologisk odling	14	0	<10	
	HT-2	Vete, konventionellt odlad	27	0	<10	
		Råg, konventionellt odlad	33	0	<10	
		Havre, konventionellt odlad	59	0	<10	
		Korn, konventionellt odlad	4	0	<10	
		Müsli, konventionell odling	14	0	<10	
2001-2003	OTA	Vete, ekologiskt odlad	24	11	<0,1-1,5	
		Råg, ekologiskt odlad	33	9	<0,1-1,5	
		Havre, ekologiskt odlad	59	7	<0,1-0,6	
		Korn, ekologiskt odlad	4	2	<0,1-0,1	
		Müsli, ekologisk odling	14	1	<0,1-0,3	

*=över kvantifieringsgräns (LOQ)

Tabell 1, forts. Mykotoxinanalyser utförda på SLV 1996-2007.

År	Toxin	Produkt	Antal prover	Antal positiva*	Halter (µg/kg)	Anm.
Ekologiprojektet 2001-2003, forts						
2001-2003	OTA	Vete, konventionellt odlad	26	4	<0,1-0,6	
		Råg, konventionellt odlad	33	7	<0,1-0,8	
		Havre, konventionellt odlad	60	4	<0,1-0,2	
		Korn, konventionellt odlad	4	2	<0,1-0,1	
		Müsli, konventionell odling	14	1	<0,1-0,2	
2001-2003	Patulin	Sylt, ekologisk odling	75	2	<2-6,8	
		Sylt, konventionell odling	75	5	<2-40,6	
Trichothecener i durumvete (Ven) 2002						
2002	DON	Durumvete	17	17	1108-2033	
	Ac-DON	Durumvete	17	17	179-202	
	NIV	Durumvete	17	17	119-275	
Kontrollprogram OTA 2004-2007						
2004	OTA	Vete	19	5	<0,1-1,5	3 prover>0,3
		Råg	5	1	<0,1-0,1	
2005	OTA	Vete	18	6	<0,1-0,6	1 prov>0,3
		Råg	3	3	0,2-1,9	1 prov>0,3
2006	OTA	Vete	14	0	<0,3	
		Råg	5	0	<0,3	
2007	OTA	Vete	30	2	<0,1-1,7	2 prover>0,3
		Råg	10	0	<0,1	
		Havre	10	1	<0,1-0,3	
Kontrollprogram ZEA 2007						
2007	ZEA	Vete	30	1	<4-17	
		Råg	10	2	<4-5	
		Havre	10	5	<4-47	
Kontrollprogram DON 2007						
2007	DON	Vete	30	17	<30-376	
		Råg	10	3	<30-104	
		Havre	10	10	84-566	
Kontrollprogram Patulin 2005						
2005	Patulin	Barnmat	15	0	<2-<10	Olika LOQ, mixade produkter

*=över kvantifieringsgräns (LOQ)

Tabell 1, forts. Mykotoxinanalyser utförda på SLV 1996-2007.

År	Toxin	Produkt	Antal prover	Antal positiva*	Halter (µg/kg)	Anmärkning
Kontrollprogram Aflatoxin M1 2002-2007						
2002	Afla M1	Tankbilsmjök	18	0	<0,005	
2003	Afla M1	Tankbilsmjök	20	0	<0,005	
2004	Afla M1	Tankbilsmjök	20	0	<0,005	
2005	Afla M1	Tankbilsmjök	20	0	<0,005	
2006	Afla M1	Tankbilsmjök	20	0	<0,005	
2007	Afla M1	Tankbilsmjök	15	0	<0,005	
Riksprojekt 2006						
2006	OTA	Böner	29	0	<0,3	
	OTA	Linser	39	0	<0,3	
	OTA	Ärtor	45	1	<0,3-0,6	Kikärtor positivt
	OTA	Nötter	76	0	<0,3	
	OTA	Bovete	34	9	<0,3-5,8	Hög frekvens positiva
2006	Afla B1	Böner	29	0	<0,3	
	Afla B1	Linser	39	0	<0,3	
	Afla B1	Ärtor	45	0	<0,3	
	Afla B1	Hasselnötter	25	1	<0,3-0,3	
	Afla B1	Sötmandel	36	0	<0,3	
	Afla B1	Pistaschmandel	14	2	<0,3-47,2	
	Afla B1	Valnötter	1	0	<0,3	
	Afla B2	Nötter	76	1	<0,3-0,3	
	Afla B1	Bovete	34	0	<0,3	
Risprojektet 2007						
2007	OTA	Ris	103	0	<0,1	
2007	Afla B1	Ris	103	57	<0,1-46,2	Hög frekvens positiva
2007	Afla B2	Ris	103	21	<0,1-4,5	
Fumonisinanalyser 1996-2007						
1996	Fum B1	Majsprodukter	39	22	<0,2-393	
	Fum B2	Majsprodukter	39	10	<0,4-56	
2000	Fum B1	Majsprodukter	26	5	<0,2-1345	Majsgryn och mjöl höga halter
	Fum B2	Majsprodukter	26	4	<0,4-389	
2007	Fum B1	Majsprodukter	29	29	1,7-696	
	Fum B2	Majsprodukter	29	27	<0,3-77	

*=över kvantifieringsgräns (LOQ)

Tabell 1, forts. Mykotoxinanalyser utförda på SLV 1996-2007.

År	Toxin	Produkt	Antal prover	Antal positiva*	Halter (µg/kg)	Anm.
Trendproduktprojektet 2004-2005						
2004-2005	OTA	Spannmålsprodukter	16	4	<0,1-3,0	Bovete positiva
	OTA	Ris	8	0	<0,1- <0,3	
	OTA	Oljefröer	5	2	<0,3-0,7	Pumpakärnor positiva
	OTA	Nötter	9	0	<0,3	
	OTA	Torkad frukt	6	0	<0,3	Ej fikon och russin
	OTA	Vegetabilier	5	1	<0,3-0,9	Lakritsrot positivt
	OTA	Bönor	13	1	<0,1-14,2	Vita bönor positivt
	OTA	Linser	9	0	<0,3	
	OTA	Ärtor	12	1	<0,3-6,8	Kikärtor positivt
2004-2005	Afla B1	Spannmålsprodukter	14	1	<0,3-1,6	Bovete positivt
	Afla B1	Ris	7	1	<0,3-0,3	
	Afla B1	Oljefröer	5	1	<0,3-1,3	Pumpakärnor positivt
	Afla B2	Oljefröer	5	1	<0,3-0,4	
	Afla B1	Cashewnötter	1	0	<0,3	
		Jordnötter	1	0	<0,3	
		Pecannötter	1	0	<0,3	
		Pinjenötter	3	0	<0,3	
		Pistaschmandel	4	2	<0,3-183	
		Valnötter	3	0	<0,3	
		Afla B2	Pistaschmandel	4	2	<0,3-26
	Afla B1	Nötter, övriga	9	0	<0,3	
		Torkad frukt	8	1	<0,3-6,9	Dadlar positivt, (fikon och russin ej analyserade)
	Afla B2	Torkad frukt	8	1	<0,3-1,5	
	Afla B1	Vegetabilier	7	0	<0,3	
	Afla B1	Bönor	9	0	<0,3	
	Afla B1	Linser	10	0	<0,3	
Afla B1	Ärtor	12	1	<0,3-0,5	Kikärtor positivt	
Afla B2	Ärtor	12	0	<0,3		

Tabell 1, forts. Mykotoxinanalyser utförda på SLV 1996-2007.

År	Toxin	Produkt	Antal prover	Antal positiva*	Halter (µg/kg)	Anmärkning
Kaffeanalyser 1999						
1999	OTA	Kaffebönor	27	26	<0,01-1,2	
Russinanalyser 2000						
2000		OTA Russin	59	49	<0,1-19,0	4 prover >10
Nötanalyser 2000						
2000	Afla B1	Nötter		18	2 <0,05-0,5	
	Afla B2	Nötter		18	0 <0,05	
Barnmatsanalyser 2002						
2002	OTA	Barnmat		14	0 <0,05	
2002	Afla B1	Barnmat		15	0 <0,05	

*=över kvantifieringsgräns (LOQ)

Bilaga 2. Metoder för farokaraktärisering, intagsberäkning och riskvärdering

Kemiska analysmetoder

De kemiska analyser som ligger till grund för intagsberäkningarna i denna rapport är utförda på Livsmedelsverket under perioden 1996-2007 (Bilaga 1).

Till övervägande del är analysmetoderna som använts vätskekromatografiska metoder (HPLC) där provet renas och toxinerna koncentreras på en immunoaffinitetskolumn innan de kvantifieras med fluorescens- eller UV-detektion. Analyserna av trichothecener i spannmål (DON, NIV, Ac-DON, T-2 och HT-2) är utförda med en gaskromatografisk metod (GC) med EC-detektion (electron capture detection).

Analyserna har utförts inom olika projekt med syfte att kartlägga halter av olika mykotoxiner i skilda produktgrupper. För vissa matriser och toxiner finns relativt många resultat, för andra färre. Metoderna är validerade enligt Livsmedelsverkets instruktion för validering av kemiska metoder. I kontrollprogrammen och flera av projekten har de kemiska metoderna som använts varit metoder ackrediterade av SWEDAC.

Konsumtionsdata över vissa livsmedel

De mängder av olika livsmedel som vi svenskar konsumerar är i huvudsak baserade på Riksmaten 1997-98, Kostvanor och näringsintag i Sverige¹⁸⁸. Dessutom har även importsiffror, försäljningssiffror och egna bedömningar legat till grund för beräkning av konsumtionen. Kostvaneundersökningen innehåller data från cirka två tusen personer. De personer som deltagit i kostundersökningen är slumpmässigt utvalda och speglar relativt väl fördelningen i Sverige. Varje deltagare fick en 7-dagars menybok att fylla i, samt en bilaga där man bland annat frågade om specifika livsmedel. Åldersfördelningen i intervallet 18-74 år är likartad i Riksmaten 1997-98 som den var i den tidigare kostundersökningen, HULK 1989²¹⁸.

Vid framtagandet av hur stor mängd som konsumeras av ett visst livsmedel måste man bland alla de registrerade måltiderna i kostundersökningen som innehåller detta livsmedel räkna ut andelen och därifrån beräkna den totala mängden. Som ett exempel kan nämnas vete, vilket förekommer i olika grad i en mängd olika livsmedel, framför allt i bröd men också i olika såser, gratänger, omeletter, pannkakor och så vidare. Mängden vete i de olika sammansatta livsmedlen/måltiderna summeras och anges sedan som det totala intaget av livsmedlet i fråga. Detta speglar svårigheten att korrekt bedöma konsumtionen av ett livsmedel. De konsumtionsmängder som använts i intagsberäkningarna är med andra ord en uppskattning.

Om inget annat anges i texten så är medelkonsumtionen beräknad utifrån alla personer, både män och kvinnor. Ibland är det så att endast en del av personerna har angett att de ätit ett visst livsmedel, skulle man räkna ut medelintaget bland dessa personer så blir konsumtionsmängden per person högre, ett sådant exempel är havre. Förklaringen till varför vi i denna rapport använder oss av medelkonsumtionen baserad på samtliga personer är att för vissa livsmedel baseras konsumtionen enbart på försäljnings- och importsiffror. I sådana fall går det inte att beräkna medelkonsumtionen endast bland dem som verkligen ätit. För ämnen

som är genotoxiska och cancerframkallande är riskerna mycket, mycket låga för den enskilde konsumenten eller för en mindre grupp personer, i dessa fall är enbart medelkonsumtionen för en större population intressant, med andra ord medelkonsumtionen baserad på samtliga invånare. I den tidigare rapporten däremot om mykotoxiner i livsmedel- halter, intag och risker ¹¹⁴ har man i huvudsak uppskattat medelkonsumtionen bland endast de som konsumerat livsmedlet i fråga. Förutom förändringar i svenskarnas konsumtionsmönster så kan detta vara en av förklaringarna till varför konsumtionshalterna ibland varierar mellan olika studier. För att beräkna vad intaget av ett visst toxin kan vara hos personer som äter mycket av ett visst livsmedel, så har även konsumtionen bland så kallade högkonsumenter angivits. Högkonsumtion av ett livsmedel definieras som 95:te percentilen (det vill säga endast 5 procent av personerna har ett ännu högre intag). Ibland har högkonsumtionen av ett visst livsmedel en underordnad betydelse i jämförelse med vad toxinintaget från ett annat livsmedel kan ha, i sådana fall har inte högkonsumtionen/högintaget angivits för detta livsmedel, se Tabell 1.

Vete, råg och havre

Konsumtionen av vete, råg och havre är huvudsakligen baserad på uppgifter från Riksmaten 1997-98 ¹⁸⁸. När det gäller råg och vete (som till stor del förekommer i bröd) beräknas närmare 100 procent av befolkningen i någon form konsumera denna spannmål. Konsumtion av havre varierar däremot mer mellan personer. Den största delen av havre som konsumeras bland vuxna i Sverige kommer från havregrynsgröt, och cirka 30 procent äter gröt någon gång under en vecka. Havregrynsgröt omräknat till konsumerad torrs substans motsvarar cirka en tredjedel av vikten som havregryn har då den är kokt, vilket är siffran som anges nedan och i tabellen (Tabell 1). Om medelvärdet för grötkonsumtionen endast skulle baseras på dem som äter gröt blir mängden drygt fyra gånger högre, det vill säga cirka 20 gram per dag istället för 5 gram per dag. Som jämförelse kan nämnas att en normalportion havregrynsgröt beräknas innehålla drygt 30 gram havregryn. En mindre del av spannmålet som används vid tillagning av gröt är rågmjöl, vilket vi har justerat för då konsumtionshalterna beräknats. Om man dessutom beräknar vad högkonsumtionen av havre är bland svenskarna (alla inräknade) så blir den siffran cirka 35 gram per dag. Bland de personer som kan klassificeras som högkonsumenter bland grötätarna (det vill säga knappt 2 procent av Sveriges befolkning) är siffran cirka 50 gram havre per dag (Tabell 1).

Ris

Baserad på Riksmaten 1997-98 ¹⁸⁸ är medelkonsumtionen av färdiglagat ris knappt 30 gram per dag, medan högkonsumenterna beräknas äta cirka 85 gram ris per dag. Enligt fördelningen av risprodukter i affärerna är det rimligt att anta att cirka hälften av all risförsäljning är basmatiris. För de personer som äter en portion ris två gånger per dag blir dagskonsumtionen cirka 120 gram. Ris omräknat till konsumerad torrs substans motsvarar cirka en tredjedel av vikten som ris har då den är kokt, vilket är siffran som anges i Tabell 1 och vid intagsberäkningarna.

Baljväxter

Konsumtionshalten är beräknad från Riksmaten 1997-98 ¹⁸⁸ och baserad på torrsvikt.

Majsprodukter

Rent majsmjöl används inte särskilt mycket i svensk matlagning och glutenintoleranta har ofta andra ersättningsmjöl som vete- och potatisstärkelse. Enligt Risenta (stor importör i Sverige) uppgår deras försäljning av majsmjöl och polenta (grövre majsmjöl) till 100 ton per år. Det motsvarar mindre än 1 gram per dag och person. Däremot förekommer majsmjöl i förädlade produkter som nachos/tachos och chips. Baserat på försäljningen av majsmjöl till denna tillverkning uppskattas medelkonsumtionen i Sverige vara cirka 3 gram/dag. Cornflakes: Från Riksmaten 1997-98 och försäljningssiffror från företag beräknas att knappt 10 procent av den vuxna befolkningen äter cornflakes varje dag vilket innebär att medelkonsumtionen är relativt låg, cirka 2 gram. Eftersom konsumtionsdata för majsprodukter delvis baseras på försäljningssiffror är det mycket svårt att beräkna högkonsumtionen (95:te percentilen). Konsumtionen hos de personer som t.ex. äter en portion cornflakes/dag är cirka 25 gram.

Russin

Från Jordbruksverkets importsiffror (telefonkontakt med Sten Ögren) uppskattas den totala konsumtionen till cirka 3 gram/dag. Intaget av russin bland högkonsumenter, 9 gram per dag, är en uppskattning.

Juice/nektar

Konsumtionsdata i Riksmaten 1997-98 gör ingen åtskillnad mellan olika typer av juicer och andra s.k. nektardrycker. Efter att besökt de stora livsmedelskedjorna så uppskattas bidraget från äppeljuice bland samtliga juicer vara maximalt 10 procent, med andra ord cirka 10 och 30 gram per dag för medel- och högkonsumenter.

Mandel/hasselnötter samt jordnötter

Konsumtionsdata är endast delvis baserad på Riksmaten 1997-98¹⁸⁸, för övrigt är det en beräkning från importsiffror. Medelkonsumtionen av jordnötter och mandel/nötter uppskattas till 2 respektive knappt 1 g per dag och högkonsumtion uppskattas till cirka 10 respektive cirka 3 gram per dag.

Sylt/mos/marmelad

Konsumtionsdata baserad på Riksmaten 1997-98¹⁸⁸.

Kaffe

Konsumtionsdata baserad på Riksmaten 1997-98¹⁸⁸. Medelkonsumtionen är cirka 450 ml per dag och högkonsumenter beräknas ha det dubbla intaget. Cirka 90 procent av Sveriges vuxna befolkning har angett att de någon gång dricker kaffe.

Vin och öl

Medelkonsumtionen av vin och öl är baserad på Folkhälsoinstitutets data, vilket motsvarar vad svenskarna uppskattades dricka under år 2007. Från Riksmaten 1997-98¹⁸⁸ kan man oftast utläsa hur stor del av Sveriges vuxna befolkning som någon gång angett att de konsumerat ett visst livsmedel. Cirka hälften har till exempel angett att de någon gång dricker vin. Däremot är andelen öl-drickare osäkrare, troligtvis betydligt högre än andelen vindrickare.

Tabell 1. Förteckning av konsumtionsdata för de livsmedel som ingår i intagsberäkningarna för vuxna

Livsmedel	Medelkonsumtion (g/dag)	Högkonsumtion¹ (g/dag)
baljväxter	3	
cornflakes	2	25 ²
havre	5	35
havre ³	20	50
kaffe	450	
jordnötter	2	
juice/nektar	10	30
majsmjöl	<1	
mandel/hasselnötter	0,3	
nachos/tachos/chips	3	
ris (blandade sorter)	10	28
ris (100procent basmatiris) ³		80
russin	3	
råg	33	
sylt/mos/marmelad	10	34
vete	89	150
vin	90	
öl	250	

¹ högkonsumtion av ett livsmedel definieras som 95:te percentilen (det vill säga endast 5 procent av personerna har ett ännu högre intag).

² konsumtion av en portion/dag

³ medel- och högkonsumtion beräknat på enbart konsumenter. Här motsvarar högkonsumenterna knappt 2 procent av Sveriges befolkning.

I tabell 1 har medelkonsumtionen för samtliga livsmedel som ingår i detta projekt angetts, däremot har endast hälften angetts av högkonsumenterna. Förklaringen till detta är att endast de livsmedel där intaget hos högkonsumenterna har en avgörande betydelse för det totala intaget av ett visst mykotoxin har konsumtionsdata angetts.

Haltdata

De flesta analyser som ligger till grund för haltdata är utförda under de senaste tio åren. I möjligaste mån har vi använt haltdata från Sverige. Samtliga haltdata för spannmål är analyserade vid Livsmedelsverket och även vid kvarnarna i Sverige. I de fall då vi här i Sverige inte har analyserat halterna av vissa mykotoxiner har vi hämtat data framförallt från riskvärderingar utförda av JECFA och EFSA, exempel på sådana data är aflatoxinhalten i jordnötter, fikon och pistagemandlar. Uppgifter om mykotoxinhalter i öl, vin och sprit kommer från Pripps bryggerier samt från Vin och Spritcentralens laboratorier.

Antalet prov som analyserats för varje livsmedel och mykotoxin varierar (Bilaga 1). Medelvärden av mykotoxinhalten i de olika livsmedlen har använts vid intagsberäkningarna. I de fall halterna var mycket låga, genomgående under detektionsgränsen för ett visst livsmedel, har halten 0 (noll) använts. Däremot, i de fall då enstaka prover uppvisar halter under detektionsgränsen så har halva värdet av detektionsgränsen använts vid uträkningen av

medelhalten. Detaljerad information om var haltdata kommer från finns i kapitlet Farokarakterisering, intagsberäkning och riskuppskattning.

Intagsberäkningar

För att kunna beräkna intaget av ett toxin som finns i olika grad i olika livsmedel så måste man ha kunskap om toxinhalten och dessutom veta hur mycket vi äter av de olika livsmedlen. Därefter multipliceras toxinhalten med mängden vi konsumerar.

I detta projekt har intaget av mykotoxinerna beräknats per kilo kroppsvikt och dag. Både medelvikten och individuella vikter har använts. Medelvikten för vuxna som använts är 70 kg och i de fall då medelvikten använts hos barnen i de olika åldersgrupperna så är dessa siffror; 18 kg för 4-åringar, 31 kg för 8-åringar och 42 kg för 12-åringar¹⁸⁹. Intagsberäkningarna för barn presenteras i tabellform i Bilaga 3.

Konsumtionen av ett visst livsmedel kan beräknas på olika sätt. I denna studie har vi ibland använt oss av vad folk har rapporterat i kostundersökningen, Riksmaten 1997-98. Men det finns en gräns för hur detaljerad man kan vara i sin rapportering av vad man äter, så ibland har det varit bättre att utifrån till exempel försäljnings- och importsiffror uppskatta konsumtionen. Medelkonsumtionen av ett visst livsmedel kan baseras på samtliga individer eller också uträknat enbart bland dem som konsumerar livsmedlet i fråga. För att kunna beräkna intaget hos de personer som äter riktigt mycket av ett visst födoämne så har vi i detta projekt beräknat medelkonsumtionen bland vuxna för till exempel ris och havre på båda sätten.

Hur intaget är av ett visst toxin hos högkonsumenterna, 95:e percentilens intag (det vill säga endast 5 procent av individerna har ett högre intag), kan beräknas på olika sätt. Det är inte sannolikt att en och samma person är högkonsument av samtliga livsmedel som innehåller toxinet i fråga, utan det är snarare så att ett av livsmedlen konsumeras extra mycket. I detta projekt har vi beräknat 95:e percentilens intag från det livsmedel som har störst betydelse för det totala intaget av toxinet, till exempel ris för intaget av aflatoxin B1 och vete för intaget av ochratoxin A. Detta är förklaringen till varför endast vissa värden över högkonsumtion finns med i Tabell 1.

Riskuppskattning

En kvantifiering av cancerrisken kan utföras m.h.a. iakttagelser på människa och djurstudier. Oftast är det svårt att utifrån cancerfall hos folk kvantifiera en risk, detta eftersom exponeringsnivåerna ofta är låga och det är svårt att fastlägga sambandet mellan sjukdom och exponering. Men för till exempel aflatoxin finns det iakttagelser hos folk som lett till att man kan uppskatta cancerrisken. I djurstudier är inte exponeringen osäker, utan det är upptag, metabolisering och utsöndring som kan skilja sig gentemot människor, vilket i sin tur leder till en osäker riskuppskattning.

Ett annat sätt att uttrycka risk är att ange MOE (margin of exposure) vilket är ett mått på skillnaden mellan den exponering vi har för ett visst ämne gentemot den exponering hos djur som motsvarar en 10-procentig cancerriskenförhöjning. För att prioritera arbetet med genotoxiska cancerframkallande ämnen har man föreslagit från den vetenskapliga kommittén inom EFSA (SC) att 10 000 bör vara den gräns som föranleder att man ska sträva efter att minska exponeringen av ett visst ämne.

Ett sätt att uttrycka det allvarliga av en effekt är begreppet DALY, vilket på engelska betyder "disability adjusted life years". Att ange något med enheten DALY innebär att man har beräknat effekten i antal sjukdomsår eller för tidig död. Felaktigt sammansatt kost och övervikt orsakar den absoluta merparten av de DALY som tillskrivs maten^{219, Kreijl, 2006 #262}. I en holländsk studie sammanställd 2004 har man jämfört DALY orsakad av olika kemikalier. Till exempel så bidrar aflatoxin med knappt 1 DALY, nitrosaminer bidrar med 100 - 500 DALY medan akrylamid tillskrivs 300 - 700 DALY²²⁰.

1. Mikroprofil Nötkreatur. Kartläggning av mikroorganismer på slaktkroppar av M Lindblad.
2. Mögel och mykotoxiner i ris – fokus på basmati och råris av E Fredlund och A M Thim.
3. Interkalibrering av laboratorier. Mikrobiologi – Livsmedel, januari 2008 av C Normark och K Mykkänen.
4. The Swedish Monitoring of Pesticide Residues in Food of Plant Origin: 2006, EC and National Report by A Andersson, G Jansson and A Jansson.
5. The Swedish Monitoring of Pesticide Residues in Food of Plant Origin: 2007, EC and National Report by A Andersson, G Jansson and A Jansson.
6. Rapportering av livsmedelskontrollen 2007 av Doris Rosling.
7. Proficiency Testing – Food Chemistry, Nutritional Components of Food, Round N 41 by L Merino.
8. Proficiency Testing – Food Chemistry, Trace Elements in Food, Round T-16 by C Åstrand and L Jorhem.
9. På väg mot miljöanpassade kostråd. Vetenskapligt underlag inför miljökonsekvensanalysen av Livsmedelsverket kostråd av C Lagerberg Fogelberg.
10. På väg mot miljöanpassade kostråd – delrapport fisk – av F Ziegler.
11. Rapportering av dricksvattenkontrollen 2007 av D Rosling.
12. Riksprojekt 2007 – Kvicksilver i saluhållen fisk.
13. Interkalibrering av laboratorier. Mikrobiologi – Dricksvatten 2008:1, mars av T Šlapokas, C Gunnarsson och A Jentzen.
14. Interkalibrering av laboratorier. Mikrobiologi – Livsmedel, april 2008 av C Normark, M Olsson och I Tillander.
15. Är dagens mat näringsfattig? En kritisk granskning av näringsförändringar i vegetabilier över tiden av I Mattisson, C Andersson, W Becker, H S Strandler, A Strömberg och S Wretling.
16. Salt i lunchrätter i Jönköpings län – Resultat från analysprojekt i 8 kommuner hösten 2007 av W Becker.
17. Fett och fettsyror i den svenska kosten i – Analyser av Matkorgar inköpta 2005 av W Becker, M Haglund och S Wretling.
18. Älgbkött – analys av näringsämnen av M Arnemo, I Mattisson, A Staffas och H S Strandler.
19. Proficiency Testing – Food Chemistry, Nutritional Components of Food, Round N 41 by L Merino and M Åström.
20. Bly och kadmium i vegetabilier odlade kring Rönnskärsverken, Skelleftehamn 2006
21. Revidering av Matmallen av E Amcoff och H Enghardt Barbieri.
22. Proficiency Testing – Food Chemistry, Vitamins in Food, Round V-6 by H S Strandler and A Staffas.
23. Proficiency Testing – Food Chemistry, Trace Elements in Food, Round T-17 by C Åstrand and Lars Jorhem.
24. Rapport från GMO-projektet 2008. Undersökning av GMO-livsmedel – förekomst, spårbarhet och märkning av Z Kurowska.
25. Energi och vikt vid graviditet och amning – Vetenskapligt underlag inför revideringen av Livsmedelsverkts kostråd för gravida och ammande.
26. Näringsämnen vid graviditet och amning – Vetenskapligt underlag inför revideringen av Livsmedelsverkts kostråd för gravida och ammande.
27. Interkalibrering av laboratorier. Mikrobiologi – Dricksvatten 2008:2, september av T Šlapokas och A Jentzen.
28. Interkalibrering av laboratorier. Mikrobiologi – Livsmedel, april 2008 av C Normark och M Olsson.

1. Nedkylning av slaktkroppar (nöt) på gårdsnära slakterier – Kartläggning och utvärdering av ny metodik av R Lindqvist och J-E Eriksson.
2. Kompetensprovning av laboratorier. Mikrobiologi – Livsmedel, januari 2009 av C Normark och M Olsson.
3. Proficiency Testing – Food Chemistry, Nutritional Components of Food, Round N 43 by L Merino.
4. Riskprofil – Mögel och mykotoxiner i livsmedel av E Fredlund, L Abramsson Zetterberg, A-M Thim och M Olsen.

