

# Mögel och mögelgifter i torkad frukt

av Elisabeth Fredlund och Jenny Spång



Foto: Linda Steiner



## **Projektgrupp**

### ***Mikrobiologienheten***

Elisabeth Fredlund, projektledare

Ann Gidlund

Jenny Spång

Linda Steiner (examensarbete)

### ***Kemienheten 2***

Anna Maria Thim

Siv Broberg

Marianne Nyberg

# Innehåll

Sammanfattning .....	4
Inledning .....	6
Mögelgifter.....	6
Mögelgifter i torkad frukt .....	6
Aflatoxin .....	7
Ochratoxin.....	7
Patulin .....	8
Tillväxt av mögel i torkad frukt .....	8
Kontroll av mögelgifter i torkad frukt.....	10
Gällande lagstiftning och gränsvärden.....	10
Offentlig kontroll .....	10
Offentlig importkontroll av torkad frukt .....	11
Projektets syfte och avgränsningar.....	11
Utförande.....	12
Provtagning .....	12
Provupparbetning .....	12
Analys av mögelsvampar .....	12
Kvantifiering av mögel .....	13
Identifiering av okända mögelisolat.....	13
Molekylär identifiering av okända mögelsvampar .....	13
Analys av mögelgifter .....	14
Antikroppsbaseerade metoder.....	14
HPLC .....	14
Analys av aflatoxin B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , G <sub>1</sub> och G <sub>2</sub> .....	14
Analys av ochratoxin A.....	15
Analys av patulin.....	15
Resultat.....	16
Förekomst av mögelgifter .....	16
Mögelanalyser .....	16
Fikon .....	17
Dadlar .....	19
Russin.....	20
Aprikos.....	21
Äpple.....	21
Blåbär.....	21
Katrinplommon .....	23
Diskussion .....	24
Förekomst av mögel och jäst .....	24
Förekomst av mögelgifter .....	25
Aflatoxin .....	25
Ochratoxin A.....	26
Patulin .....	26
Fumonisin.....	27
Riskhanteringsåtgärder.....	27
Sammanfattande slutsatser .....	28
Tack.....	28
Referenser .....	29

# Sammanfattning

Vissa mögelsvampar kan bilda mögelgifter, så kallade mykotoxiner, som bland annat kan orsaka magbesvär, vara immunförsvarsnedsättande och cancerframkallande om man får i sig dem under lång tid. Mögelgifter kan finnas i livsmedel som har infekterats av mögelsvampar under tillverkning eller lagring. Torkad frukt, framför allt fikon och russin, är ofta förorenad med mögelgifter, oftast av aflatoxiner och ochratoxin A. På grund av mögelgifternas negativa hälsoeffekter är det viktigt att begränsa förekomsten i både foder och livsmedel och inom EU finns gränsvärden för hur mycket mykotoxin ett livsmedel får innehålla.

Livsmedelsverket har kartlagt förekomsten av mögel och mögelgifter i torkad frukt, för att få underlag för uppskattning av risken med konsumtion och för beslut om eventuella kontrollåtgärder. Sammanlagt analyserades cirka 120 prover av torkade fikon, dadlar, russin, aprikoser, äpplen, blåbär och katrinplommon på aflatoxiner, ochratoxin A, patulin och olika mögel- och jästsvampar. Russin, dadlar och fikon innehöll mer mögel än övriga frukter. I samtliga tre frukter dominerade svarta och bruna mögelsvamparter av släktet *Aspergillus*, så kallade svarta aspergiller, som kan bilda mögelgiftet ochratoxin A. Från flera fikonprov isolerades även arten *Fusarium proliferatum*, som kan producera mögelgiftet fumonisin. Samtliga prov av äpple, blåbär och katrinplommon var fria från mögel. Jäst påvisades framför allt i fikon, dadlar och äpple.

Mögelgifter påvisades i cirka nio procent av fruktproven och bara enstaka prov hade halter nära eller över gränsvärdena. Aflatoxin återfanns i fikon, aprikos och plommon. Ett fikonprov innehöll 134 µg aflatoxin per kg, en halt som kraftigt överskred gränsvärdet på 4 µg per kg. Ochratoxin A påvisades i fyra prov av russin, men alla låg under gränsvärdet på 10 µg per kg. Den högsta halten ochratoxin A, 10,2 µg per kg, fanns i ett prov av aprikos, ett livsmedel som inte har några gränsvärden för mögelgifter. Patulin påvisades inte i något prov och inget prov av äpple, blåbär eller dadlar innehöll aflatoxiner eller ochratoxin A.

Resultaten tyder på att produkter av torkad frukt på den svenska marknaden generellt inte innehåller mögelgifter i halter som överskrider europeiska gränsvärden. Dock hade ett enskilt prov av fikon mycket hög aflatoxinhalt, vilket belyser svårigheten med provtagning av fikon för mykotoxinanalys. Man bör också notera den relativt höga frekvensen av ochratoxin A-positiva prov av russin (17 procent).

# Summary

Some moulds are able to produce toxic substances called mycotoxins. These can cause gastrointestinal problems, be immune defence derogatory and carcinogenic due to long-term exposure. Mycotoxins may be present in foodstuffs that have been contaminated with mycotoxin producing moulds during manufacture or storage. Dried fruits, especially figs and raisins, are often contaminated with the mycotoxins aflatoxin or ochratoxin A. Due to their adverse health effects, the presence of mycotoxins in both feed and food needs to be minimised. Therefore, limits of mycotoxins in some foods are regulated within the European Union.

To assess the consumer risk of dried fruit and to take appropriate control measures, data regarding presence and concentrations of mycotoxins, moulds and yeasts are needed. A survey was carried out by the Swedish National Food Agency, and 120 samples of dried figs, dates, raisins, apricots, apples, blueberries and prunes were analysed for aflatoxin, ochratoxin A, patulin and various moulds and yeasts. Moulds were more often found in raisins, dates and figs than in other dried fruits, and the dominating moulds were black and brown species of the genus *Aspergillus*, which can produce ochratoxin A. *Fusarium proliferatum*, which can produce the mycotoxin fumonisin, was isolated from a number of dried fig samples. No mould was found in any of the apple, blueberry and prune samples. Yeasts were mainly found in figs, dates, and apples.

Mycotoxins were detected in approximately nine percent of all the dried fruit samples and only a few samples contained concentrations close to or above the limit values. Aflatoxins were detected in figs, apricots and prunes. One fig sample contained 134 µg aflatoxin per kg, a concentration greatly exceeding the limit value of 4 µg per kg. Ochratoxin A was detected in four raisin samples, all below the limit value of 10 µg per kg. The highest concentration of ochratoxin A, 10.2 µg per kg, was detected in an apricot sample. However, no limit values for mycotoxins in apricots are prescribed. Patulin was not detected in any of the samples, and all samples of dried apple, blueberry or dates were free from aflatoxins and ochratoxin A.

The results indicate that the dried fruit products on the Swedish market generally do not contain mycotoxins in concentrations exceeding prescribed limit values. However, the single fig sample that contained a high concentration of aflatoxin, highlights the difficulty of sampling figs for mycotoxin analysis. The high occurrence (17 percent) of ochratoxin A in the raisin samples is also a concern.

# Inledning

## Mögelgifter

Mögelgifter är ämnen som bildas av vissa mögelsvampar under särskilda tillväxtbetingelser. De mest kända mögelgifterna, eller mykotoxinerna, är aflatoxiner och ochratoxin A men det finns även andra, t.ex. patulin, fumonisin och deoxynivalenol som är vanligt förekommande i livsmedel. Mögelgifter är skadliga för hälsan och kan bland annat orsaka magbesvär, vara immunförsvarsnedsättande och cancerframkallande. I hög halt kan de dessutom orsaka akuta skador på olika organ, som njure och lever. Även hormon- och nervsystem kan påverkas.

Förekomst av mögelgifter i livsmedel är begränsat till vissa riskprodukter. Till dessa hör torkade produkter av nötter, kryddor, spannmål och frukter. Gemensamt för dessa livsmedel är att de efter skörd torkas till en vattenhalt som skall förhindra mikrobiell tillväxt för att sedan lagras under lång tid. Infektion av grödor kan ske redan i fält, men också efter skörd, till exempel under någon del av tillverkningsprocessen eller lagringen. En torkningsprocess som inte fungerar är en vanlig orsak till tillväxt av mögelsvampar och bildning av mögelgifter.

## Mögelgifter i torkad frukt

Inom EU finns ett varningssystem, RASFF<sup>1</sup>, för spridning av information när hälsovådliga partier av livsmedel identifieras på marknaden. Toxiner i torkad frukt, framförallt fikon, leder till ett stort antal RASFF-notifieringar varje år. År 2010 utfärdades 3358 RASFF-noteringar varav 679 gällde mögelgifter i livsmedel och foder. Aflatoxiner i nötter, fröer och torkade fikon utgjorde 94 procent av notifieringarna (RASFF, 2010).

Torkad frukt anses internationellt utgöra en viktig intagskälla till mögelgifter från livsmedel och i Livsmedelsverkets riskprofil (Fredlund et al., 2009) konstaterades att haltdata för mögelgifter i torkad frukt saknades för den svenska marknaden. Svenska konsumenter äter torkad frukt året runt, bland annat i fruktmüsli, bröd och som snacks, men framförallt till jul då konsumtionen av fikon, dadlar och russin ökar. På senare tid har även nya produkter introducerats på marknaden, t.ex. torkade blåbär, vilka potentiellt skulle kunna innehålla mykotoxinet patulin. Enligt Jordbruksverkets statistik från 2011 har intaget av torkad frukt varierat mellan 0,9 och 1,6 kg per person och år under perioden 1960-2009. Konsumtionen var som lägst år 2000, men ökade 2009 till 1,4 kg per person och år (Jordbruksverket, 2011).

Mögelgifter detekteras ofta i olika typer av torkad frukt och mest omfattande är problemet med aflatoxiner i torkade fikon och ochratoxin A i vindruvsbaserade

---

<sup>1</sup> Rapid Alert System for Food and Feed, [http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/index_en.htm)

produkter. Ett annat mögelgift som kan förekomma i vissa frukter och bär är patulin.

### **Aflatoxin**

Aflatoxiner omfattar fyra kemiskt närbesläktade ämnen, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> och G<sub>2</sub>, varav B<sub>1</sub> är en av de mest cancerogena naturligt förekommande substanser som man i dagsläget känner till och exponering ökar risken för levercancer hos både djur och människor. Institutet för cancerforskning IARC<sup>2</sup> har klassat aflatoxin B<sub>1</sub> som en klass 1 cancerogen, det vill säga cancerframkallande för människa. Klass 1 är den högsta av fem klasser och innefattar ämnen med väl kartlagda effekter (IARC, 2002). Höga doser kan också ge akuta leverskador.

Aflatoxin förknippas främst med majs och olika typer av nötter, men förekommer även i frukter, som t.ex. fikon, dadlar och äpple (Drusch och Ragab, 2003; Shenasi et al., 2002). Om mjölkproducerande djur (till exempel ko, get eller får) äter foder kontaminerat med aflatoxin B<sub>1</sub> omvandlas toxinet till M<sub>1</sub> i djurens lever varav cirka 1-2 procent passerar över i mjölken (Pettersson, 2004).

I torkad frukt förekommer aflatoxiner framförallt i fikon. Till exempel visade en kartläggning av 10 396 fikonprov från Turkiet, analyserade enligt (EG) nr 401/2006 (30 kg per prov) under 2003-2006, att mellan 17-23 procent av proverna var positiva för aflatoxin (Şenyuva et al., 2007). Högsta halten som detekterades var 316 µg per kg. När aflatoxin bildas i fikon, men även i andra torkade frukter, är det vanligt att höga halter ackumuleras i enskilda frukter. Om en hög aflatoxinhalt påvisas i prov på 30 kg finns anledning att anta att nivån i vissa fikon varit avsevärt högre.

Det är inte lika vanligt att aflatoxin påvisas i andra typer av torkad frukt, men höga halter har detekterats i russin, aprikos, dadlar och plommon. (Trucksess och Scott, 2008; Aziz och Moussa, 2002; Shenasi et al., 2002). I Egypten och Förenade Arabemiraten har aflatoxin i halter upp till 185 respektive 417 µg per kg konstaterats i prov av dadlar (Aziz och Moussa, 2002; Shenasi et al., 2002) och i en egyptisk studie detekterades 550 µg per kg i prov av russin (Trucksess och Scott, 2008).

### **Ochratoxin**

Ochratoxin A är ett mykotoxin som främst orsakar skador på njure och lever, men även fosterskadande effekter, påverkan på immunförsvaret och en förhöjd risk för levercancer har konstaterats i djurförsök (Fredlund et al. 2009). Mögelgiftet klassas som ett 2B cancerogent ämne av IARC vilket innebär att det möjligen är cancerframkallande för människan (IARC, 1993). Ochratoxinbildande mögelsvampar angriper främst russin och andra vindruvsbaserade produkter, t.ex. korinter, men förekommer även i torkade fikon, dadlar, plommon, äpple och aprikoser (Trucksess och Scott, 2008; Clasen och Eriksen, 2008; Iamanaka et al., 2005; Zohri och Abdel-Gawad, 1993).

---

<sup>2</sup> International Agency for Research on Cancer, [www.iarc.fr](http://www.iarc.fr)

I en svensk undersökning av 59 russinprover från år 2000 påvisades halter mellan 0,1-19 µg per kg (Möller och Nyberg, 2003). Under sommaren 2011 lät Testfakta analysera förekomsten av ochratoxin A i sex russinprov köpta i butik. Samtliga var positiva för toxinet och ett prov innehöll 36,5 µg ochratoxin A per kg och överskred därmed gränsvärdet för ochratoxin A i russin på 10 µg per kg (Testfakta, 2011).

### **Patulin**

Patulin förknippas med äppeljuice och andra äppleprodukter som marmelad och puré, men förekommer även i andra typer av frukt och grönsaker (Drusch och Ragab, 2003). Symtomen är främst gastrointestinala, men genotoxiska och neurotoxiska effekter samt negativ inverkan på immunförsvar och fosterutveckling har också rapporterats (Moake et al., 2005). Patulin förekommer inte i torkad frukt i samma utsträckning som aflatoxin och ochratoxin A, men har detekterats i prov av torkade blåbär, plommon och fikon (Moake et al., 2005; Andersson et al., 1977; Karaca och Nas, 2006).

## **Tillväxt av mögel i torkad frukt**

Torkad frukt utgör ett bra substrat för tillväxt av mögelsvampar då tillgången på näringsämnen är hög och frukten ofta lagras under lång tid. Den torra och sockerrika miljön hindrar samtidigt andra mikroorganismer, t.ex. bakterier, från att växa och konkurrera om näringen. Det är framförallt mögelsvampar från släktena *Aspergillus* och *Penicillium* som förekommer i torkad frukt, men sammansättningen varierar, både beroende på sort och odlingsförhållanden. Upp till 30 arter mögel från 15 olika släkten har identifierats i enskilda prov av fikon, plommon, aprikos och russin (Zohri och Abdel-Gawad, 1993). Aflatoxin produceras främst av mögelsvamparna *A. flavus* och *A. parasiticus*, som är vanligt förekommande i tropiska klimatzoner och kan infektera grödor både under tillväxt och under lagring (Drusch och Ragab, 2003). Även Ochratoxin A bildas av mögelsvampar inom släktet *Aspergillus*, framförallt av *A. carbonarius* och arter från *A. niger*-gruppen (Nielsen et al., 2009; Schuster et al., 2002). Ochratoxin A kan även bildas i spannmål men då av arten *Penicillium verrucosum*. Vad gäller patulin kan ett stort antal mögelsvampar inom släktena *Penicillium*, *Aspergillus* och *Byssosclamyces* producera toxinet (Drusch och Ragab, 2003), men det är framför allt *P. expansum* som orsakar problem i frukt och grönsaker (Andersen et al., 2004).

När frukten torkas sjunker vattenaktiviteten ( $a_w$ ) till 0,5-0,8, vilket förhindrar både mögeltillväxt och toxinbildning (Drusch och Ragab, 2003; Iamanaka et al., 2005). Vid rätt tillväxtbetingelser, t.ex. om inte torkningen sker tillräckligt snabbt eller till rätt vattenaktivitet ( $a_w$ )<sup>3</sup> kan mögelsvampar tillväxa och bilda mögelgifter. Förmågan att växa vid suboptimala förhållanden, t.ex. låg vattenaktivitet och

---

<sup>3</sup> Vattenaktivitet ( $a_w$ ) är ett mått på hur mycket vatten som är tillgängligt för tillväxt av mikroorganismer. Rent vatten har värdet 1.



temperatur skiljer sig åt mellan olika isolat av samma art. Även substratet, dvs typen av livsmedel påverkar hur svampen kan växa vid olika betingelser. Optimal temperatur för tillväxt och toxinbildning för både *A. flavus* (aflatoxin) och *A. carbonarius* (ochratoxin A) är cirka 25-30°C (Mousa et al. 2011; Selouane et al., 2009), vilket motsvarar temperaturen i de tropiska länder, t.ex. Turkiet, Iran och Tunisien, där frukter ofta odlas och produceras. Vid optimal temperatur kan *A. flavus* bilda aflatoxin vid  $a_w$  0,86-0,99 med optimum vid 0,98, dvs. en hög tillgänglighet på vatten. För bildning av ochratoxin A hos *A. carbonarius* är bilden liknande, dvs med ett optimum vid  $a_w$  0,98 (Esteban et al., 2006). Vissa isolat kan bilda toxinet redan vid  $a_w$  0,86-0,88 (Esteban et al. 2006) men vanligtvis krävs  $a_w$  över 0,9 (Romero et al., 2010; Esteban et al. 2006).

# Kontroll av mögelgifter i torkad frukt

## Gällande lagstiftning och gränsvärden

För att begränsa förekomsten av mögelgifter i livsmedel finns ett EU-regelverk som inkluderar regler för provtagning, importkontroll och gränsvärden. Gränsvärden för aflatoxiner, ochratoxin A och patulin är upprättade för ett antal olika livsmedel och anges i förordning (EG) nr 1881/2006 (tabell 1).

**Tabell 1** Gränsvärden för mögelgifter i torkad frukt enligt förordning (EG) nr 1881/2006 om fastställande av gränsvärden för vissa främmande ämnen i livsmedel.

Mögelgift	Typ av livsmedel	Gränsvärde ( $\mu\text{g per kg}$ )
Aflatoxiner	Torkad frukt avsedd för direkt konsumtion eller som ingrediens i livsmedel.	2,0 ( $B_1$ ) 4,0 (Summan av $B_1$ , $B_2$ , $G_1$ och $G_2$ )
	Torkad frukt avsedd att sorteras eller behandlas innan den används för direkt konsumtion eller som ingrediens i livsmedel	5,0 ( $B_1$ ) 10,0 (Summan av $B_1$ , $B_2$ , $G_1$ och $G_2$ )
Ochratoxin A	Torkade russin, korinter och sultanrussin	10,0
Patulin	Äppelprodukter som innehåller fruktkött och är avsedda för direkt konsumtion, med undantag för livsmedel avsedda för barn (10 $\mu\text{g per kg}$ ).	25,0

## Offentlig kontroll

Livsmedelsföretaget har enligt (EG) 178/2002 (artikel 14 och 19) det primära ansvaret för att hälsovådliga produkter inte når marknaden. Egenkontroll kan i praktiken vara både tidskrävande och tekniskt komplicerat, t.ex. vid provtagning och analyser, vilket kan resultera i att torkad frukt som innehåller mögelgifter ändå når konsumenter. Offentlig kontroll av livsmedelsföretagen ska därför utföras regelbundet av behöriga myndigheter för att säkerställa att livsmedelslagstiftningen efterföljs ((EG) nr 882/2004).

För tillförlitlig kontroll är provtagningen en mycket viktig faktor, i synnerhet vad gäller mögelgifter i torkad frukt. Studier har visat att provtagningsförfarandet har stor inverkan på uppmätta toxinnivåer, då mögelsvampar tillväxer heterogent och toxiner ofta är koncentrerade till enskilda frukter (Şenyuva et al., 2007; Möller och Nyberg, 2003). För att få ett så representativt urval som är ekonomiskt och praktiskt möjligt för ett stort parti livsmedel finns därför tydliga instruktioner för hur provtagningen ska gå till. Regler för offentlig provtagning och analys av mögelgifter i livsmedel finns angivna i (EG) nr 401/2006. Enligt förordningen

avgör partiets totala vikt hur stort prov som ska tas och generellt gäller att 10-100 enskilda prover ska kombineras för att tillsammans ge ett samlingsprov på mellan 1-10 kg.

För fikon som ofta levereras i stora kvantiteter och lätt klibbar fast i varandra är provtagning särskilt komplicerat. Den offentliga kontrollen måste därför utföras på prov med en samlingsvikt på 30 kg som sedan delas upp i tre delprov på 10 kg och homogeniseras separat. Det räcker med att toxiner detekteras i ett delprov för att hela provet skall räknas som positivt ((EG) nr 401/2006).

### **Offentlig importkontroll av torkad frukt**

Importkontroll av vegetabiliska livsmedel från länder utanför EU sker dels i enlighet med skyddsåtgärder som beslutats med stöd av förordning (EG) 178/2002, artikel 53, dels som förstärkt kontroll enligt förordning 669/2009. Kraven på exportlandet varierar mellan olika rättsakter. Enligt skyddsåtgärderna gäller oftast att exportlandet ska utfärda hälsointyg samt provtagnings- och analysdokument. Dessa krav finns inte i förordning 669/2009. I importkontrollen kontrolleras dokumenten samt prover tas ut för analys enligt frekvenser som anges i rättsakterna (varierar från provtagning av endast enstaka sändningar till provtagning av varje sändning). Varje enskild sändning måste föranmälas till någon av Livsmedelsverkets gränskontrollstationer.

När det gäller torkad frukt omfattar skyddsåtgärderna och den förstärkta kontrollen för närvarande torkade fikon från Turkiet (aflatoxin) samt torkade vindruvor från Uzbekistan (ochratoxin A).

Under 2010 kontrollerades 95 sändningar med fikon från Turkiet varav 5 återsändes på grund av för hög halt aflatoxin. Motsvarande siffror 2011 var 102 sändningar varav 1 återsänd pga. aflatoxin. Hitintills har det inte förekommit import av torkade vindruvor från Uzbekistan till Sverige. Berörda produkter som finns på marknaden i Sverige kan vara importkontrollerade i andra medlemsstater, de ingår då inte ovanstående statistik.

### **Projektets syfte och avgränsningar**

Syftet med kartläggningsprojektet var att öka kunskapen om förekomsten av mögelgifter och toxinbildande mögelsvampar i produktgruppen torkad frukt på den svenska marknaden. Resultaten skall utgöra ett underlag för uppskattning av svenska konsumenters intag av mögelgifter via torkad frukt och utformandet av kontrollåtgärder, t.ex. kontrollprogram eller kostråd.

Eftersom syftet var att kartlägga förekomsten av mögel och mykotoxiner och inte att kontrollera den utfördes inte provtagningen enligt Kommissionens förordning 401/2006 som beskriver regler för analys och provtagning inom offentlig kontroll och resultaten kunde således ej ligga till grund för indragning av produkter från marknaden.

# Utförande

## Provtagning

Prover inhandlades i butik från oktober 2009 till november 2010 i Uppsala, Märsta och Stockholm. Butikerna var av typen större butiks kedjor, butiker med övervägande etniska produkter och hälsokostbutiker. Beroende på förpackningsstorlek togs ett till tre delprov för att ge ett samlingsprov på minst 500 gram. Vid varje provtagning skrevs en följesedel (Bilaga 1). Sammanlagt inhandlades cirka 60 prov under 2009 och ytterligare 60 prov under 2010 (tabell 2).

## Provupparbetning

Under tiden mellan provtagning och analys förvarades samtliga prov i kylskåp (4°C). Före homogenisering kärnades dadelpreven ur och fikon, aprikoser, äpplen och plommon delades till mindre bitar. Vattenaktiviteten ( $a_w$ ) mättes i alla fikonprov samt i vissa prov av aprikos, blåbär, äpple och plommon med en vattenaktivitetsmätare (Aqualab).

Prov inköpta 2009 vägdes upp och 400-500 gram blötlades i en till två femtedelar 0,1 procent peptonvatten (100-200 gram peptonvatten till 500 gram prov) i 30-60 minuter före homogenisering. Russinproverna homogeniserades med en mixerstav (Bosch) och dadlar och fikon med en knivkvarn från Retsch (modell Grindomix GM200) till en fin pasta. Mykologisk ansättning utfördes omgående efter homogenisering och prov för kemisk analys förvarades i -20°C fram till analys med Ochracard® och Aflacard®.

För prov inköpta 2010 vägdes hela den inköpta produkten och provmängden blötlades med 2,4 gånger vatten (ex. 1 kg frukt i 2,4 kg vatten). Efter en timme mixades prov och vatten till ett homogent i en CUT-O-MAT homogenisator (Hug Elektromaschinenbau AG). För varje prov togs 100 gram homogent ut för mikrobiologisk analys och resterande mängd förvarades i -20°C i väntan på kemisk analys av aflatoxiner, ochratoxin A och patulin.

## Analys av mögelsvampar

Samtliga prov analyserades med avseende på halten mögel och jäst enligt SLV MI-m019.9. *A. flavus* och *A. parasiticus* identifierades enligt SLV MI-m022.7. Livsmedelsverket är ackrediterat (ISO 17025) för båda metoderna.

**Tabell 2** Inköpta och analyserade prov per produktkategori under 2009 och 2010.

Provtyp	Antal inköpta och analyserade prov	
	2009	2010
Fikon	17	15
Dadlar	17	–
Russin	24	–
Aprikoser	–	22
Äpple	–	4
Blåbär	–	5
Plommon	–	14

### **Kvantifiering av mögel**

Livsmedelsproverna spädades i 0,1 procent peptonvatten till en 10 gångers spädning av ursprungsprovet och en spädningsserie med tre spädningar (1:10) göts in (1 ml för lägsta spädningen) eller spreds (100 µl) på två agarplattor per substrat. Substraten var dichloran 18 procent glycerol (DG18) och Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC) eller Czapek-Dox Iprodione Dichloran (CZID). Under 2009 analyserades proverna på DG18 och DRBC men under 2010 byttes DRBC ut mot CZID för att bättre detektera eventuella fusariesvampar. Plattorna inkuberades i 25°C i 7 dagar varefter mögelkolonierna räknades. Resultaten beräknades som antalet cfu (kolonibildande enheter) och detektionsgränsen var 10 cfu mögel per gram frukt.

### **Identifiering av okända mögelisolat**

Typning av mögelarter gjordes enligt SLV MI-m020.5 och Samson et al. (2004). Misstänkta kolonier av *A. flavus* och *A. parasiticus* renströks och konfirmerades på AFPA (Aspergillus Flavus och Parasiticus Agar) enligt SLV MI-m022.7. Svarta och bruna isolat av Aspergillus samt misstänkta isolat av *Fusarium* sparades för vidare identifiering med molekylära metoder.

### **Molekylär identifiering av okända mögelsvampar**

Okända mögelisolat identifierades genom att jämföra en specifik nukleinsyra-sekvens mot en databas med kända arters gensekvenser. Tre isolat av *Fusarium* och 15 isolat av *Aspergillus* renodlades på substraten potatis dextros agar (PDA) respektive malt extrakt agar (MEA) och inkuberades i 25°C i 5 dagar. Från svampmycelet extraherades DNA från *Fusarium* enligt Liu et al. (2000) och från *Aspergillus* med Nucleospin® Soil Kit med buffert SL2 (Macherey-Nagel, 2010).

De arts specifika sekvenserna amplifierades med primrar för elongeringsfaktor 1 för *Fusarium* (Geiser et al. 2004) och calmodulin för *Aspergillus* (Geiser et al. 2007). PCR-produkten skickades till MacroGen Inc. (<http://dna.macrogen.com>) för

sekvensering. Den erhållna sekvensen jämfördes med kända sekvenser i databaserna NCBI Blast<sup>4</sup> för *Aspergillus* och *Fusarium* och *Fusarium-ID*<sup>5</sup> för *Fusarium*.

## Analys av mögelgifter

### Antikroppsbaseade metoder

I samtliga prov av fikon, dadlar och russin från 2009 analyserades aflatoxiner och ochratoxin A med de antikroppsbaseade, kvalitativa snabbtesten Aflacard® respektive Ochracard® från R-Biopharm (Glasgow, Skottland). Aflacard® mäter den totala halten aflatoxiner inklusive B- och G-toxiner. Provet (70g) homogeniserades i en Omni Mixer ES (Buch & Holm) med 100 ml 100-procentig metanol och 100 ml en-procentig natriumbikarbonat för extraktion av ochratoxin A och 250 ml 80 procent metanol för extraktion av aflatoxiner. Efter extraktionen filtrerades provet och renades enligt instruktionen i respektive kit. Det färdiga extraktet applicerades på analyskorten med ett prov per brunn enligt instruktion. Detektionsgränsen var 4 µg per kg för aflatoxin och 5 µg per kg för ochratoxin A. Extrakten från positiva prov förvarades i 8°C och konfirmerades med HPLC inom en vecka (se nedan).

### HPLC

Analyserna utfördes av Livsmedelsverkets Kemienhet 2. Alla prover av aprikos, plommon och fikon analyserades för aflatoxin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> och G<sub>2</sub> (metod nr SLV K2-m250-f14). Halten ochratoxin A (metod nr SLV K2-m250-f15) analyserades i alla prover av aprikos, plommon, fikon och äpple. Patulinhalten (metod nr SLV K2-m238) analyserades i proverna av plommon, äpple och blåbär. Livsmedelsverket är ackrediterat för aflatoxin- och ochratoxin A-metoderna.

### Analys av aflatoxin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> och G<sub>2</sub>

För extraktion vägdes 85 gram av homogenat (prov+vatten) upp i en glasflaska med skruvlock varefter 140 ml metanol tillsattes och provet skakades på skakbord i 30 minuter. Efter filtrering genom veckfilter späddes provfiltratet och applicerades på en immunoaffinitetskolumn för rening. En immunoaffinitetskolumn är specifik för valt toxin varav aflatoxinerna fastnar och föroreningarna går rakt igenom kolumnen. Aflatoxinerna eluerades sedan från kolumnen och koncentrerades genom indunstning och späddes en i liten volym före injektion på HPLC (högtrycksvätskekromatografi). Provet derivatiserades med hjälp av en KobraCell och detekterades med fluorescensdetektion. Kvantifieringsgränsen<sup>6</sup> för metoden var 0,1 µg per kg.

---

<sup>4</sup> [http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&BLAST\\_PROGRAMS=megaBlast&P\\_AGE\\_TYPE=BlastSearch&SHOW\\_DEFAULTS=on&LINK\\_LOC=blasthome](http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&BLAST_PROGRAMS=megaBlast&P_AGE_TYPE=BlastSearch&SHOW_DEFAULTS=on&LINK_LOC=blasthome)

<sup>5</sup> <http://isolate.fusariumdb.org/index.php>.

<sup>6</sup> Den lägsta halt för vilket ett statistiskt säkert resultat kan ges.

### **Analys av ochratoxin A**

Extraktion utfördes enligt samma princip som för aflatoxin. Samma extraktionsfiltrat användes för analys av både aflatoxiner och ochratoxin A. Efter filtrering genom veckfilter spädde provet och applicerades på en immunoaffinitetskolonn, specifik för ochratoxin A, för rening av provet. Eluatet koncentrerades, injicerades på HPLC och detekterades med fluorescensdetektion. Kvantifieringsgränsen för metoden var 0,3 µg per kg.

### **Analys av patulin**

För analys av patulin vägdes 5 gram homogenat (prov+vatten) upp i ett provrör och extraherades genom försiktig skakning med 5 ml etylacetat. Etylacetatfasen överfördes till ett nytt rör och extraktionssteget upprepades med ytterligare 2x5 ml etylacetat. Etylacetatfaserna slogs ihop och renades genom skakning med vatten och natriumkarbonat. Provet koncentrerades genom indunstning och spädde i en liten volym före injektion på HPLC med UV-detektion. Kvantifieringsgränsen för metoden var 7 µg per kg.

# Resultat

## Förekomst av mögelgifter

Aflatoxiner och ochratoxin A detekterades endast i ett fåtal prover (Tabell 3). Av sammanlagt 118 fruktprov var 11 positiva för toxin varav kontamineringsgraden var högst i russin (4 av 24) och aprikos (3 av 22). Den högsta halten aflatoxiner respektive ochratoxin A som uppmättes var 134,4 µg per kg i ett prov av fikon respektive 10,2 µg per kg i ett prov av aprikos.

## Mögelanalyser

Förekomsten av mögel och jäst analyserades i samtliga prov av fikon, dadlar, russin och plommon. En översikt över förekomsten av mögel och jäst i respektive produktgrupp presenteras i tabell 4. Prov av aprikos, äpple och blåbär inköpta 2010 och som innehöll konserveringsämnen med tillväxthämmande effekt på mögel- och jästsvampar (tabell 10) analyserades inte.

**Tabell 3** Uppmätt halt av aflatoxiner, ochratoxin A respektive patulin i positiva prov per produktkategori (IA = inte analyserat och UD = under detektionsgränsen).

	Antal prov	Positiva prov	Toxinhalt (µg per kg)		
			Aflatoxiner	Ochratoxin A	Patulin
Fikon	32	510	UD	0,8	IA
		520	UD	3,7	IA
		610	134,4	UD	IA
Dadlar	17	-	UD	UD	IA
Russin	24	619	UD	1,9	IA
		629	UD	2,5	IA
		633	UD	4,7	IA
		637	UD	8,3	IA
Aprikos	22	147	0,1	UD	IA
		221	0,1	UD	IA
		231	UD	10,2	IA
Äpple	4	-	IA	UD	UD
Blåbär	5	-	IA	IA	UD
Plommon	14	152	0,1	UD	UD



**Tabell 4** Kolonibildande enheter (cfu) av mögel respektive jäst i olika typer av torkad frukt. Medelvärde (log<sup>7</sup>) är beräknat på antalet cfu/g från samtliga analyser (inklusive odling på DG18 och DRBC eller CZID).

	<b>Fikon</b> n=32	<b>Dadlar</b> n=17	<b>Russin</b> n=24	<b>Aprikos</b> n=17	<b>Äpple</b> n=2	<b>Blåbär</b> n=3	<b>Plommon</b> n=14
Mögel cfu/g (log)	0,9	1,7	2,8	0,3	0	0	0
Jäst cfu/g (log)	1,5	2,3	0,2	0,3	1,6	0	0,2

### Fikon

Totalt analyserades 32 fikonprov under 2009 och 2010 varav 15 prov kom från Turkiet, fyra från Iran och ett från Syrien (tabell 5). Tolv av proverna var inte märkta med ursprungsland. Två typer av torkade fikon inköptes, dels små och hårt torkade fikon, som framförallt används i matlagning och dels större och mindre torkade fikon motsvarande den typ som traditionellt äts till jul i Sverige. Samtliga prover från Iran, två av proverna från Turkiet samt ett omärkt prov tillhörde kategorin små och hårt torkade fikon (prov 511, 609, 611, 613-616). Sex av proverna var ekologiska (prov 518, 519, 151, 605, 608, 610) och två prover innehöll tillsatsen kaliumsorbat (E202; tabell 5). Vattenaktiviteten ( $a_w$ ) var mycket låg i fyra av fikonproven av typen små och torra fikon (prov 611, 615, 616, 511;  $a_w=0,39\pm 0,1$ ) jämfört med övriga fikon ( $a_w=0,66\pm 0,1$ ). Den högsta vattenaktiviteten observerades i två fikonprov som förpackats i Italien (Prov 518 och 605) och uppmättes till 0,80 respektive 0,78.

Resultaten visade att halten mögelsvamp i fikonen med lägst vattenaktivitet ( $a_w 0,39\pm 0,1$ ) var högre (log 4,1 $\pm$ 0,2) än i övriga fikon (2,2 $\pm$ 0,5; ). Majoriteten av mögelsvamparna som isolerades tillhörde gruppen svarta och bruna arter från släktet *Aspergillus*, så kallade svarta aspergiller, men även arter av *Fusarium* och *Eurotium* förekom. Ett antal isolat artbestämdes med hjälp av nukleinsyra-sekvensen för calmodulingenen respektive elongeringsfaktor 1 och artbestämdes till *A. flavus*, *A. niger*, *A. tubingensis* och *F. proliferatum*. Halten jästsvamp var mycket hög i sex av proverna (log 5-6), varav fem var turkiska och ett saknade ursprungsmärkning (tabell 5).

Det fanns ingen korrelation mellan vattenaktiviteten och förekomsten av jäst och mögel. I det aflatoxinpositiva provet 610 påvisades inte förekomst av mögel eller jästsvampar.

<sup>7</sup> log 1= tiologaritmen av 10. Till exempel motsvaras 10 kolonier per gram livsmedel av log 1, 100 kolonier av log 2 och så vidare.

**Tabell 5** Ursprung (land) och förekomst (cfu per g) av mikrosvampar i 32 fikonprov (UD = prov under detektionsgränsen 10 cfu per g).

Prov <sup>1</sup>	Ursprung	Mögelsvamp cfu per g (log) DG18/(DRBC eller CZID)	Jästsvamp cfu per g (log) DG18/(DRBC eller CZID)	Vanligaste mögelsvamparna
507	Okänt	UD	UD	
508	Okänt	UD	UD	
509	Okänt	UD /2,6	3,1/ UD	
510 <sup>3</sup>	Syrien	2,2/2,5	UD	100 % <i>Eurotium</i>
511 <sup>4</sup>	Okänt	4,0/3,9	UD	98 % <i>Fusarium</i> , <i>A. niger</i> , <i>F. proliferatum</i> , <i>A. flavus</i>
512	Turkiet	UD	UD	
513	Turkiet	UD	UD	
514	Okänt	UD	UD	
515	Turkiet	UD	2,7/ UD	
516	Turkiet	UD	2,1/2,0	
517	Okänt	2,0/2,1	3,0/2,9	100 % svarta aspergiller, <i>A. niger</i>
518	Italien	UD	2,5/ UD	
519	Turkiet	UD	3,6/2,9	
520 <sup>3</sup>	Turkiet	2,8/2,8	1,6/1,7	100 % svarta aspergiller, <i>A. tubingensis</i>
521 <sup>5</sup>	Turkiet	UD	1,1/1,7	
605 <sup>2</sup>	Packad i Italien	UD	UD	
606	Okänt	UD	5,8/5,6	
607	Turkiet	UD	UD	
608	Packad i Turkiet	UD	5,5/5,3	
609	Iran	UD	UD	
610 <sup>3</sup>	Turkiet	UD	6,0/5,8	
611 <sup>4</sup>	Iran	4,3/4,3	UD	<i>A. tubingensis</i> , svarta aspergiller
612	Turkiet	UD	UD	
613	Turkiet	UD /1,4	1,6/UD	<i>Fusarium</i>
614	Turkiet	UD	UD	
615 <sup>4</sup>	Iran	3,9/3,9	UD	<i>F. proliferatum</i> , svarta aspergiller
616 <sup>3</sup>	Iran	4,3/4,0	UD	<i>F. proliferatum</i> , svarta aspergiller
703	Turkiet	UD	5,8/5,7	
704	Turkiet	UD /2,4	5,0/4,8	<i>F. proliferatum</i>
705	Okänt	UD /1,5	UD	<i>F. proliferatum</i>
706	Turkiet	UD	3,8/3,6	
707 <sup>5</sup>	Turkiet	UD	UD	

<sup>1</sup>Prov 507-521 inköptes och analyserades under 2010 (DG18/CZID) och övriga prov inköptes och analyserades under 2009 (DG18 och DRBC).

<sup>2</sup>Prov med  $a_w$  0,78.

<sup>3</sup>Positivt för aflatoxiner eller ochratoxin A.

<sup>4</sup>Fyra prover med  $a_w$  0,39±0,1.

<sup>5</sup>Innehöll konserveringsämnet kaliumsorbat (E202).

## Dadlar

Totalt analyserades 17 dadelprov varav två var ekologiska (prov 588, 590). Samtliga prov utom ett utgjordes av hela dadlar (prov 590 var strödadlar). De flesta var odlade i Tunisien, två var inte märkta med ursprungsland och resterande kom från Saudiarabien, Libanon, Algeriet, Sydafrika och Iran (6). Ett prov innehöll glukos och ett prov glukossirap samt konserveringsämnet kaliumsorbit (E202; tabell 6).

Mikrosvampar, dvs. mögel och/eller jäst, detekterades i alla prover utom fyra (tabell 6). Halten mögelsvamp var generellt låg, mellan log 1 och 3, med undantag för ett prov som innehöll log 5. Jäst detekterades i nio prover varav fem innehöll mer än log 5. Svarta och bruna arter av *Aspergillus* dominerade men arter av *Penicillium* isolerades också. Baserat på genssekvensen för calmodulingenen kunde *Aspergillus* isolaten identifieras som *A. carbonarius* och *A. tubingensis*.

**Tabell 6** Ursprung (land) och förekomst (cfu per g) av mikrosvampar i 32 fikonprov (UD = prov under detektionsgränsen 10 cfu per g).

Prov	Ursprung	Mögelsvamp cfu per g (log) DG18/DRBC	Jästsvamp cfu per g (log) DG18/DRBC	Vanligaste mögelsvamparna
588	Okänt	UD	6,5/4,8	
589	Saudiarabien	1,7/1,7	2,7/1,9	
590	Asien	1,9/2,0	UD	
591	Tunisien	2,1/2,2	1,5/1,3	<i>A. tubingensis</i> , svarta aspergiller
592 <sup>1</sup>	Tunisien	UD	UD	
593	Iran	3,6/3,8	UD	Svarta aspergiller
594	Saudiarabien	2,0/2,4	5,4/5,2	Svarta aspergiller
595	Tunisien	UD	5,4/4,8	
596	Tunisien	3,1/3,2	5,7/5,1	<i>A. carbonarius</i> , svarta aspergiller
597	Tunisien	UD/1,5	6,1/5,6	
598	Tunisien	1,8/1,9	3,9/ UD	<i>Penicillium</i> , svarta aspergiller
599	Algeriet	UD	UD	
600	Sydafrika	5,1/5,1	UD	100 % svarta aspergiller
601 <sup>2</sup>	Tunisien	2,6/2,6	3,7/3,6	Svarta aspergiller
602	Okänt	UD	UD	
603	Tunisien	UD/1,7	*/6,23	Svarta aspergiller, <i>A. ochraceus</i> , <i>Penicillium</i>
604	Libanon	2,3/2,4	UD	100 % svarta aspergiller, <i>A. tubingensis</i>

<sup>1</sup>Innehöll konserveringsämnet kaliumsorbit (E202) och glykossirap.

<sup>2</sup>Innehöll glukos.

\*Överväxt.

## Russin

Mögelsvampar, framförallt svarta aspergiller, detekterades i 21 av 24 prov. Två av tre negativa prov innehöll sulfit vilket har en avdödande effekt på mikrosvampar. Endast ett russinprov innehöll jästsvamp. Med hjälp av gensekvensen för calmodulingenen kunde *Aspergillus* isolaten identifieras som *A. carbonarius*, *A. niger*, *A. japonicus* och *A. tubingensis*.

**Tabell 7** Ursprung (land) och förekomst (cfu per g) av mikrosvampar i 24 russinprov (UD = prov under detektionsgränsen 10 cfu per g).

Prov	Ursprung	Mögelsvamp cfu per g (log) DG18/DRBC	Jästsvamp cfu per g (log) DG18/DRBC	Vanligaste mögelsvamparna
617	Packad i Turkiet	4,8/4,9	UD	100 % svarta aspergiller, <i>A. japonicus</i> , <i>A. tubingensis</i>
619 <sup>1</sup>	Okänt	3,6/3,5	UD	100 % svarta aspergiller, <i>A. niger</i>
620	USA	2,0/2,2	UD	100 % svarta aspergiller
621	Okänt	4,1/4,1	UD	Svarta aspergiller, <i>A. carbonarius</i> , <i>A. japonicus</i>
623	Turkiet	4,1/4,1	UD	100 % svarta aspergiller, <i>A. tubingensis</i>
624	Turkiet	4,1/4,1	UD	100 % svarta aspergiller
627	USA	1,7/1,7	UD	
629 <sup>1</sup>	Turkiet	3,1/3,3	UD	100 % svarta aspergiller, <i>A. japonicus</i>
630	USA	3,4/3,5	UD	100 % svarta aspergiller
631	USA	2,0/2,0	UD	100 % svarta aspergiller
632	Turkiet	2,4/2,5	UD	100 % svarta aspergiller
633 <sup>1</sup>	Chile	3,4/3,4	UD	100 % svarta aspergiller
635	Iran	1,1/1,1	UD	
636	USA	1,6/1,5	UD	Svarta aspergiller
637 <sup>1</sup>	Turkiet	4,6/4,6	UD	100 % svarta aspergiller
639 <sup>2</sup>	Okänt	UD	UD	
641	Turkiet	UD	UD	
642 <sup>2</sup>	Okänt	UD	UD	
643	Okänt	1,0/1,0	2,6/2,7	100 % svarta aspergiller
644	Okänt	2,4/2,5	UD	100 % svarta aspergiller, <i>A. carbonarius</i>
645	Iran	3,8/3,8	UD	100 % svarta aspergiller
646	Iran	4,3/4,4	UD	100 % svarta aspergiller
647	Iran	3,3/3,3	UD	Svarta aspergiller
648	Okänt	5,0/5,0	UD	Svarta aspergiller, <i>A. tubingensis</i>

<sup>1</sup>Positivt för ochratoxin A.

<sup>2</sup>Innehöll sulfit.

Av totalt 24 russinprov var fyra märkta Sultanrussin (prov 617, 624, 632, 637), fyra gröna russin (prov 621, 635, 639, 645), två gula russin (641, 642) och tre ”jumbo” russin (prov 633, 639, 643). Tre prov var ekologiska (prov 617, 623, 630) och två russinprov innehöll konserveringsmedlet sulfat (7). Russinen kom från Turkiet, USA, Iran och Chile.

### **Aprikos**

Totalt analyserades 22 aprikosprov varav sju var ekologiska och fria från tillsatser (tabell 8). Av de resterande proven innehöll nio konserveringsmedlet svaveldioxid (E220), två prover svaveldioxid och kaliumsorbit och ett prov svaveldioxid, kaliumsorbit (E202), äppelsyra (E296) samt antioxidantmedlet citronsyra (E330, Tabell ). För två av proverna saknades information om tillsatser (prov 220, 237). Vattenaktiviteten varierade mellan  $a_w=0,55-0,79$ . De två proven med lägst vattenaktivitet (prov 237 och 220;  $a_w=0,55$  respektive 0,60) var båda produkter som såldes i lösvikt.

Endast låga halter mögelsvamp (log 1,6-2,2) och jästsvamp (1,1-3,6) detekterades i två, respektive fyra av de analyserade aprikosproverna. Vad gäller mögelsvamp identifierades framförallt svarta aspergiller. Baserat på genskvensen för calmodulingenen kunde fyra isolat artbestämmas till *A. tubingensis* och ett till *A. flavus*. *A. flavus* isolerades från ett av de två positiva proven för aflatoxiner (prov 147). Mögelsvamp isolerades inte från prov 231, vilket innehöll 10,2 µg ochratoxin A/kg.

### **Äpple**

Fyra äppleprov inköptes varav tre var äppelringar och ett äppelchips. Samtliga äppelringar innehöll tillsatsen svaveldioxid (E220) och chipsen innehöll < 1 procent citronsyra (E330, tabell 9).

Vattenhalten kontrollerades endast i äppelchipsen och var låg jämfört med den i övriga fruktprov ( $a_w=0,31$ ). Endast två äppelprover analyserades för innehåll av jäst och mögel (tabell 9). Båda innehöll konserveringsmedlet svaveldioxid (E220) och var fria från mögelsvamp. Jästsvamp kunde däremot detekteras i båda proverna.

### **Blåbär**

Totalt analyserades fem blåbärsprov med ursprung i Italien, Nederländerna och USA (tabell 10). Två av proverna var inte märkta med ursprungsland. Samtliga var fria från konserverings- och antioxidationsämnen, men innehöll solrosolja och socker eller juicekoncentrat (tabell 10).

Vattenaktiviteten mättes i tre av de inkomna proverna och var mycket hög i den produkt där juice från koncentrat hade tillsatts (prov 235;  $a_w=0,94$ ). I de två proverna med tillsatt socker var vattenaktiviteten lägre (prov 228, 240;  $a_w=0,56$ , 0,60). Varken mögel- eller jästsvamp detekterades i något av blåbärsproven.

**Tabell 8** Ursprung (land) och förekomst (cfu per g) av mikrosvampar i 22 aprikosprov (UD = prov under detektionsgränsen 10 cfu per g).

Prov	Ursprung	Mögelsvamp cfu per g (log) DG18/CZID	Jästsvamp cfu per g (log) DG18/CZID	Vanligaste mögelsvamparna
141 <sup>1</sup>	Turkiet	UD	3,6/UD	A. tubingensis
142 <sup>1,2,3</sup>	Okänt	UD	UD	
143 <sup>1,2</sup>	Turkiet	UD	UD	
144	Okänt	UD	UD	A. tubingensis
145 <sup>1</sup>	Turkiet	UD	UD	
146 <sup>1</sup>	Turkiet	UD	UD	
147 <sup>4,5</sup>	Turkiet	1,6/1,9	UD	Svarta aspergiller, A. flavus, A. tubingensis
168 <sup>1</sup>	Turkiet	UD	1,1/UD	
169 <sup>4</sup>	Italien	UD	UD	
170 <sup>4</sup>	Turkiet	UD	UD	
171 <sup>1</sup>	Turkiet	UD	UD	
219 <sup>1</sup>	Turkiet	IA	IA	
220	Okänt	UD	1,6/UD	
221 <sup>4,5</sup>	Turkiet	IA	IA	
225 <sup>1</sup>	Turkiet	IA	IA	
226 <sup>4</sup>	Turkiet	UD	2,2/UD	
227 <sup>4</sup>	Turkiet	2,2/2,2	UD	Svarta aspergiller, Paecilomyces, A. tubingensis
229 <sup>1,2</sup>	Turkiet	IA	IA	
230 <sup>1</sup>	Turkiet	IA	IA	
231 <sup>4,6</sup>	Italien	UD	UD	
236 <sup>1</sup>	Turkiet	IA	IA	
237	Okänt	IA	IA	

<sup>1</sup>Innehöll konserveringsämnet svaveldioxid (E220). <sup>2</sup>Innehöll konserveringsämnet kaliumsorbat (E202). <sup>3</sup>Innehöll antioxidantämnena äppelsyra (E296) och citronsyra (E330). <sup>4</sup>Ekologiska aprikoser. <sup>5</sup>Positivt för aflatoxiner. <sup>6</sup>Positivt för ochratoxin A.

**Tabell 9** Ursprung (land) och förekomst (cfu per g) av mikrosvampar i fyra äppelprov (UD = prov under detektionsgränsen 10 cfu per g).

Prov	Ursprung	Mögelsvamp cfu per g (log) DG18/CZID	Jästsvamp cfu per g (log) DG18/CZID
166 <sup>1</sup>	Kina	UD	1,4/UD
167 <sup>1</sup>	Kina	UD	4,8/UD
224 <sup>2</sup>	Sverige	IA	IA
555 <sup>1</sup>	Kina	IA	IA

<sup>1</sup>Innehöll konserveringsämnet svaveldioxid (E220).

<sup>2</sup>Innehöll <1% av antioxidantämnet citronsyra.

## Katrinplommon

Sammanlagt 14 plommonprov från USA, Chile, Italien och Tyskland analyserades (tabell 11). Tre av produkterna var fria från tillsatser varav två av dessa var ekologiska (tabell 11). Nio prov innehöll kaliumsorbat varav två även tillsatt vatten. De två resterande proverna innehöll konserveringsmedlet sorbinsyra (E200). Till ett av dessa hade även vegetabilisk olja tillsatts (tabell 11). Vattenhalten kontrollerades i hälften av plommonproven och låg inom intervallet  $a_w=0,73-0,79$ .

Mikrosvampar (jäst) detekterades endast i två av 14 katrinplommonprov. Ett av proven var positivt för aflatoxiner.

**Tabell 10** Ursprung (land) och förekomst (cfu per g) av mikrosvampar i fem blåbärsprov (UD = prov under detektionsgränsen 10 cfu per g).

Prov	Ursprung	Mögelsvamp cfu per g	Jästsvamp cfu per g
		(log) DG18/CZID	(log) DG18/CZID
228 <sup>1,3</sup>	Okänt	UD	UD
235 <sup>1,2</sup>	Italien	UD	UD
240 <sup>1,3</sup>	Nederländerna	UD	UD
554 <sup>1,3</sup>	USA	IA	IA
556 <sup>1,2</sup>	Okänt	IA	IA

<sup>1</sup>Innehöll solrosolja.

<sup>2</sup>Innehöll juice från koncentrat (äpple, blåbär).

<sup>3</sup>Innehöll tillsatt socker.

**Tabell 11** Ursprung (land) och förekomst (cfu per g) av mikrosvampar i 14 katrinplommonprov (UD = prov under detektionsgränsen 10 cfu per g).

Prov	Ursprung	Mögelsvamp cfu per g (log)	Jästsvamp cfu per g (log)
		DG18/CZID	DG18/CZID
148 <sup>5</sup>	Italien	UD	UD
149 <sup>1</sup>	Chile	UD	UD
150 <sup>1</sup>	Chile	UD	UD
151 <sup>1,4</sup>	USA	UD	UD
152 <sup>6</sup>	USA	UD	5,0/UD
165 <sup>2,3</sup>	Chile	UD	1,7/UD
153 <sup>1</sup>	Chile	UD	UD
222 <sup>2</sup>	Tyskland	UD	UD
223 <sup>1</sup>	USA	UD	UD
232 <sup>1</sup>	Chile	UD	UD
233 <sup>5</sup>	Italien	UD	UD
234 <sup>1,4</sup>	USA	UD	UD
238 <sup>1</sup>	USA	UD	UD
239 <sup>1</sup>	USA	UD	UD

<sup>1</sup>Innehöll konserveringsämnet kaliumsorbat (E202). <sup>2</sup>Innehöll konserveringsämnet sorbinsyra (E200). <sup>3</sup>Innehöll vegetabilisk olja. <sup>4</sup>Innehöll tillsatt vatten. <sup>5</sup>Ekologiskt prov. <sup>6</sup>Positivt för aflatoxiner.

# Diskussion

Antalet prov, cirka 120 stycken, uppdelade på ett antal olika produkter och provtagningstillfällen, ger inte en fullständig bild av förekomsten av mögelsvampar och dess gifter i produktgruppen torkad frukt. Resultaten ger dock en indikation på hur kontrollen fungerar och ett underlag för att uppskatta svenska konsumenters exponering av mögelgifter från konsumtionen av torkad frukt.

## Förekomst av mögel och jäst

Den totala halten mögelsvamp var högst i proverna av dadlar och russin. I både produkterna dominerades svampfloran av svarta och bruna arter av *Aspergillus*, bland annat *A. carbonarius* och *A. tubingensis*, vilka är möjliga producenter av ochratoxin A. Andra arter som identifierades var *A. japonicus*, *A. ochraceus* och *A. niger*. Andra studier har även visat på förekomst av bland annat aflatoxin-producerande arter, *A. flavus* och *A. parasiticus*, samt släkten som *Eurotium* och *Penicillium* (Shenasi et al., 2002; Iamanaka et al., 2005). Variationen tyder på att dadlar är ett bra substrat för ett brett spektrum svampar. Mögelsvampar kan infektera dadlar redan i ett grönt, omoget stadium och öka i antal fram till det sista steget i mognadsprocessen då dadlarna torkar och tillväxten avtar (Shenasi et al., 2002). Trots förekomsten av möjliga producenter av ochratoxin A kunde inte toxinet påvisas i något av dadelproven.

I russin dominerade svampen *A. niger*, vilket stämmer väl överrens med tidigare studier (Chultze et al., 2006; Magnoli et al., 2004; Varga and Kozakiewicz, 2006). Sporer från mögelsvampen *A. niger* finns alltid närvarande på vindruvsodlingar och kan infektera bären redan tidigt i utvecklingen (Battilani et al., 2006). Precis som för dadlarna innehöll många russinprov en hög halt mögelsvamp (log 4-5) utan påvisbar mängd ochratoxin A. Det visar dock att mykotoxinbildande svamparter finns i den miljö där produkterna hanterats eller förvarats. Ett senare fel i hanteringen, till exempel lagring i fuktig och varm miljö, skulle kunna innebära en risk för att mögel ska tillväxa och bilda mykotoxiner. Cirka hälften av dadelproverna innehöll också rikligt med jästsvampar vilket inte är bekymrande ur en hälsosynpunkt, men tyder på att förhållandena under tillverkningsprocessen eller lagringen varit sådana att de tillåtit tillväxt av mikroorganismer. Endast ett russinprov innehöll jästsvampar över detektionsgränsen. En anledning till att den totala halten mögel i dadlar och russin var hög jämfört med övriga frukter kan bero på att mögelsvampar kan tillväxa i ett tidigt stadium i dessa två frukter.

Mögelsvamp detekterades endast i 11 av 32 fikonprov och floran dominerades av svarta och bruna arter av *Aspergillus*, precis som i dadlar och russin. En skillnad jämfört med dessa frukter var förekomsten av *Fusarium proliferatum*, en möjlig producent av mögelgiftet fumonisin, som isolerades från fem av fikonproven. Fumonisin har tidigare detekterats i torkade fikon från Turkiet som var infekterade av *Fusarium* (Karbancıoğlu-Güler och Heperkan,



2009). Mögelsvamp kunde inte isoleras från det prov som innehöll hög halt aflatoxin, dock påvisades hög halt jästsvamp vilken indikerar en felaktig hantering under produktion eller lagring.

De flesta prov av aprikos, äpple, blåbär och katrinplommon innehöll inte alls eller endast låga halter mögelsvamp. I enstaka prov påvisades en hög halt jästsvamp (cirka log 5). Många prov innehöll svamphämmande konserveringsmedel men halterna var låga även i ekologiska produkter utan konserveringsmedel. Låg halt av mögelgiftet aflatoxin påvisades i två aprikosprov men *A. flavus* kunde endast isoleras från ett av proven. Ochratoxin A påvisades i ett aprikosprov men liksom för ett av de två aflatoxinpositiva proven var halten mögel under detektionsgränsen.

Förekomst av mögel observerades endast i fem av de nio prov som var positiva för mykotoxin och varken de fikon eller aprikoser med högst halt aflatoxin respektive ochratoxin A innehöll detekterbar halt mögelsvamp. Det visar att endast analys av mögelsvamp är otillräcklig för att säkerställa att en produkt är fri från mykotoxin. Denna observation har gjorts i ett flertal tidigare studier, t.ex. (Johansson och Thim, 2007; Şenyuva et al., 2008; Fredlund, et al, 2008). En möjlig förklaring till varför endast mykotoxin och inte mögelsvamp detekteras i proven är att mögelgiftet bildats redan på fältet eller under tillverkningsprocessen (före torkningen). Det stabila giftet finns då kvar men mögelsvamparna gradvis dör av under den långa lagringen. För att mögelsvampar skall kunna tillväxa krävs god tillgång till vatten. Analys av vattenaktiviteten visade att de flesta prov innehöll en lagringsstabil vattenaktivitet ( $a_w < 0.8$ )

## Förekomst av mögelgifter

### Aflatoxin

Aflatoxiner är cancerframkallande och det finns därför ingen gräns för vad som anses vara säker exponering. Att ett fikonprov innehöll en aflatoxinhalt som överstred gällande gränsvärden och små mängder detekterades i aprikos och plommon tyder på att höga halter kan förekomma om frukten hanteras fel under tillverkningsprocessen. Utseendet hos torkade fikon gör det svårt att avgöra om de angripits av mögel och möjligheten för en konsument att välja bort kontaminerade frukter är liten. Det är därför extra viktigt att kontaminerade fikon inte når konsumenter.

I dagsläget sker den offentliga kontrollen av fikon framförallt genom gränskontrollen till EU där 20 procent av fikon som importeras från Turkiet ska analyseras för aflatoxin enligt skyddsbeslut (EG) nr 1152/2009. Att produkter som innehåller höga halter aflatoxin ändå kommer ut på marknaden kan till exempel bero på att analysresultaten för delprov från samma ursprungsprov kan ge mycket varierande resultat trots att provtagningen skett enligt (EG) nr 401/2006 (Senyuva et al., 2007). Det kan också bero på att företagets egenkontroll, som inte behöver följa (EG) nr 401/2006, inte varit tillräckligt omfattande.

År 2009 uppskattades intaget av aflatoxin i Sverige ske främst via ris och olika nötter (Fredlund et al., 2009). Intagsberäkningarna baserades till viss del på en rapport från EFSA (2007) där cirka 35 000 livsmedelsprover från EU analyse-

rades för aflatoxin. För den svenska marknaden fanns inga haltdata tillgängliga för torkad frukt vid tidpunkten för studien, men inom EU ansågs fikon och annan torkad frukt bidra med upp mot 10 procent av intaget av aflatoxin efter att högrisklivsmedlen mandlar, hasselnötter och pistaschnötter exkluderats.

### **Ochratoxin A**

Förekomst av ochratoxin A över cirka 2 µg per kg i 4 av 24 (17 %) russinprover visade att ochratoxin A är vanligt förekommande i russin. Inget prov överskred dock gränsvärdet på 10 µg per kg. Tidigare studier från Sverige, Argentina och Storbritannien har visat att mellan 78-88 procent av vindruvsbaserade produkter var positiva för toxinet men då användes analysmetoder med lägre detektiongräns (Möller och Nyberg, 2003; Magnoli et al., 2004; MacDonald et al., 1999). Påvisandet av svarta aspergiller i nästan samtliga prov visar också att ochratoxin A kan bildas om produkterna hanteras felaktigt.

I dagsläget gäller endast gränsvärdet för ochratoxin A i russin, korinter och sultanrussin, trots att höga halter har detekterats i andra typer av torkad frukt. Mer än 10 µg per kg påvisades i 16 procent av fikonprov analyserade i Brasilien (Iamanaka et al. 2005) och i en egyptisk undersökning detekterades mycket höga halter toxin i både torkade aprikoser (50-110 µg per kg), plommon (210-280 µg per kg) och fikon (60-120 µg per kg; Zohri och Abdel-Gawad., 1993).

I Sverige beräknades vete och russin vara de främsta källorna till intag av ochratoxin A år 2009 (Fredlund et al., 2009). Resultatet i denna studie tyder inte på att några andra typer av torkad frukt än russin bidrar nämnvärt till exponering av ochratoxin A.

### **Patulin**

På grund av en begränsad tillgång av torkade blåbär och äpple i butik analyserades endast ett fåtal prov från respektive produktgrupp. Inget prov innehöll en påvisbar halt av patulin. Tidigare har endast ett fåtal studier påvisat patulin i torkad frukt vilket tyder på att förekomsten är mycket begränsad eller att det inte studerats i någon större utsträckning. Trots att patulin är ett stort problem i färska äpplen och andra äppleprodukter finns inga uppgifter om patulin i torkat äpple. Att förekomsten är begränsad till produkter som juice och mos beror sannolikt på tillverkningsprocessen. En möjlig förklaring är att till t.ex. äpplejuice används ofta frukter som inte anses vara av tillräcklig kvalitet för direkt försäljning. Studier har visat att halten patulin kan begränsas genom att sortera ut skadade och ruttna frukter vid tillverkningen (Moake et al., 2005). Vissa produkter av torkat äpple sorteras även två gånger, både innan och efter torkning (Marleen van der Wende, Svenska Lantchips, 24 augusti, 2011). Till skillnad från t.ex. torkade fikon som har ett naturligt skrumpet utseende syns missfärgningar tydligt på torkade äppleprodukter och kräver ingen teknisk utrustning för att identifieras. Majoriteten av torkade äppleprodukter delas även innan torkning (äpplelingar) vilket påskyndar torkningsprocessen och förhindrar tillväxt av mögel.

Intaget av patulin i Sverige beräknades år 2009 ligga långt under JECFA<sup>8</sup> (1995) preliminära tolerabla dagliga intag (PMTDI) på 400 ng/kg kroppsvikt och dag (Fredlund et al., 2009).

### **Fumonisin**

Fumonisin förknippas framförallt med majs och majsprodukter. Det är njur- och levertoxiskt men är också klassat som ett klass 2B cancerogent ämne av IARC (IARC, 2002) eftersom fumonisin B<sub>1</sub> orsakar förhöjda nivåer av levercancer hos råtta. Fumonisin kan bildas av svarta aspergiller, framförallt av *A. niger*, och av olika arter av *Fusarium* (Logrieco et al., 2009; Karbancıoğlu-Güler och Heperkan, 2009). Analys av fumonisin ingick inte i kartlägningsstudien men resultaten visar att både *A. niger* och *Fusarium proliferatum*, både producenter av fumonisiner, är vanligt förekommande i torkade fikon. Det finns därför anledning att inkludera analys av fumonisiner i framtida kartlägningsstudier av torkade fikon.

## **Riskhanteringsåtgärder**

Den produktgrupp med flest antal positiva prov var russin (ochratoxin A) och på grund av det utgjordes Livsmedelsverkets kontrollprogram 2010 av 40 russinprov från butik som samlades in från butik under året och analyserades med avseende på mögelgiftet ochratoxin A. I ett av dessa prover överskreds gränsvärdet 10 mikrogram ochratoxin A /kilo och partiet drogs tillbaka från butik. Medelvärdet för alla prov var dock lågt, 1,8 mikrogram/kilo.

Av 32 fikonprov innehöll ett prov av ekologiska fikon mycket hög halt aflatoxiner, 134 µg per kg, att jämföra med gränsvärdet på 4 µg per kg för den sammanlagda mängden aflatoxiner som får förekomma i fikon. Livsmedelsverket kontaktade den lokala kontrollmyndigheten för en upprepad provtagning enligt (EG) nr 401/2006, men det nya provet påvisade inte en aflatoxinhalt över gränsvärdet och inget åtgärd gjordes.

---

<sup>8</sup> Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives

# Sammanfattande slutsatser

- Av samtliga prov innehöll endast 11 prov en detekterbar halt mögelgift, varav 10 var under gällande gränsvärden. Detta tyder på att produktionsmetoder och företagens egenkontroll fungerar tillfredsställande.
- Potentiella toxinbildande mögelsvampar, framförallt producenter av ochratoxin A, förekom i många prov av dadlar, russin och fikon vilket visar att mykotoxinbildande svamparter finns i den miljö där produkterna hanterats eller förvarats. Ett senare fel i hanteringen, till exempel lagring i fuktig och varm miljö, skulle kunna innebära en risk för att mögel ska tillväxa och bilda mykotoxiner.
- Ett fikonprov med hög halt aflatoxin (134 µg per kg) visar att varor med oacceptabla halter ibland kommer ut på marknaden.
- Ett aprikosprov med ochratoxin A (10 µg per kg) visar att toxinet även förekommer i aprikos och inte bara i russin. I dagslägen finns endast gränsvärde för russin.
- Flera prover av torkade fikon innehöll svamparna *A. niger* och *F. proliferatum*, vilka kan bilda fumonisiner. Framtida studier av mykotoxiner i torkad frukt bör omfatta denna grupp av toxiner.
- Exponeringen för aflatoxin och ochratoxin A hos svenska konsumenter bör uppdateras och även inkludera intaget från framförallt russin.

## Tack

Vi vill tacka Ninolab för lånet av knivkvarnen Grindomix GM200 som användes för homogeniseringen av dadlar och fikon.

# Referenser

- Andersen B, Smedsgaard J, Frisvad C. *Penicillium expansum*: Consistent production of patulin, chaetoglobosins, and other secondary metabolites in culture and their natural occurrence in fruit products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2004; 52:2421-2428.
- Andersson A, Josefsson E, Nilsson G, Åkerstrand K. Mögelsvampar och patulin i frukt och bär. *Vår föda* 1977; 8: 292-298.
- Aziz N H, Moussa L A A. Influence of gamma-radiation on mycotoxin producing moulds and mycotoxins in fruits. *Food Control* 2002; 13:281-288.
- Battilani P, Magan N, Logrieco A. European research on ochratoxin A in grapes and vine. *International Journal of Food Microbiology* 2006; 111:S2-S4.
- Buchanan J R, Sommer N F, Fortlage R J. *Aspergillus flavus* infection and aflatoxin production in fig fruits. *Applied Microbiology* 1975; 30:238-241.
- Chulze S N, Magnoli C E, Dalcero A M. Occurrence of ochratoxin A in wine and ochratoxigenic mycoflora in grapes and dried vine fruits in South America. *International Journal of Food Microbiology* 2006; 111:S5-S9.
- Clasen P E, Eriksen G S. Delrapport 2008: Mattilsynets övervakings- og kartleggingsprogram for mykotoksiner i næringsmidler 2008-2010. Oslo: Veterinærinstituttet, 2008.
- Drusch S, Ragab W. Mycotoxins in fruits, fruit juices, and dried fruits. *Journal of Food Protection* 2003; 66:1514-1527.
- Esteban A, Abarca M L, Bragulat M R, Cabañes F J. Effects of water activity on ochratoxin A production by *Aspergillus niger* aggregate species. *International Journal of Food Microbiology* 2006; 108:188-195.
- EFSA. Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to the potential increase of consumer health risk by a possible increase of the existing maximum levels for aflatoxins in almonds, hazelnuts and pistachios and derived products. *The EFSA Journal* 2007; 446:1-127
- Fredlund E, Abramsson Zetterberg L, Thim A-M, Olsen M. Riskprofil: Mögel och mögelgifter i livsmedel. Uppsala: Livsmedelsverket, 2009.
- Geiser, D., A. Jiménez-Gasco, et al. (2004). "FUSARIUM-ID v. 1.0: A DNA sequence database for identifying *Fusarium*." *European Journal of Plant Pathology* 110: 473-479.
- Geiser, D., M. Klich, et al. (2007). The current status of species recognition and identification in *Aspergillus*. *Studies in Mycology* 59: 1-10.
- Iamanaka B T, Taniwaki M H, Menezes H C, Vicente E, Fungaro M H P. Incidence of toxigenic fungi and ochratoxin A in dried fruits sold in Brazil. *Food Additives & Contaminants: Part A* 2005; 22:1258-1263.
- IARC-International Agency for Research on Cancer. Some naturally occurring substances: Food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans Geneva 1993; 56.

- IARC-International Agency for Research on Cancer. Some Traditional Herbal Medicines, Some Mycotoxins, Naphthalene and Styrene. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans 2002; 82.
- JECFA- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Patulin-Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Food Additives Series 1995; 35.
- Johansson P, Thim A-M. Riksprojekt 2006-Mögel och mögelgifter. Uppsala: Livsmedelsverket, 2007.
- Jordbruksverket. Livsmedelskonsumtion och näringsinnehåll. Statistikrapport 2011:2. Tillgänglig:  
[http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik%20C%20fakta/Livsmedel/Statistikrapport2011\\_2/20112.pdf](http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik%20C%20fakta/Livsmedel/Statistikrapport2011_2/20112.pdf)
- Karaca H, Nas S. Aflatoxins, patulin and ergosterol contents of dried figs in Turkey. *Food Additives & Contaminants: Part A* 2006; 23:502-508.
- Karbancıoğlu-Güler F, Heperkan D. Natural occurrence of fumonisin B<sub>1</sub> in dried figs as an unexpected hazard. *Food and Chemical Toxicology* 2009; 47:289-292.
- Liu D, Coloe S, Baird R, Pedersen J. Rapid Mini-Preparation of Fungal DNA for PCR. *Journal of Clinical Microbiology* 2000; 38:471.
- Logrieco A, Ferracane R, Haidukowsky M, Cozzi G, Visconti A, Ritieni A. Fumonisin B<sub>2</sub> production by *Aspergillus niger* from grapes and natural occurrence in must. *Food Additives & Contaminants: Part A* 2009; 26:1495-1500.
- MacDonald S, Wilson P, Barnes K, Damant A, Massey R, Mortby E, Shepherd M J. Ochratoxin A in dried vine fruit: method development and survey. *Food Additives and Contaminants: Part A* 1999; 16:253-260.
- Magnoli C, Astoreca A, Ponsone L, Combina M, Palacio G, Rosa C A R, Dalcero A M. Survey of mycoflora and ochratoxin A in dried vine fruits from Argentina markets. *Letters in Applied Microbiology* 2004; 39:326-331.
- Moake M M, Padilla-Zakour O L, Worobo R W. Comprehensive review of patulin control methods in foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2005; 4:8-21
- Morton S G, Eadie T, Llewellyn G C. Aflatoxigenic potential of dried figs, apricots, pineapples, and raisins. *Journal- Association of Official Analytical Chemists* 1979; 62:958-962.
- Mousa W, Ghazali F M, Jinap, S, Ghazali, H M, Radu, S. Modeling the effect of water activity and temperature on growth rate and aflatoxin production by two isolates of *Aspergillus flavus* on paddy. *Journal of Applied Microbiology* 2011; 111:1262-1274
- Möller T E, Nyberg M. Ochratoxin A in raisins and currants: basic extraction procedure used in two small marketing surveys of the occurrence and control of the heterogeneity of the toxins in samples. *Food Additives and Contaminants* 2003; 20:1072-1076.
- Nielsen K F, Mogensen J M, Johansen M, Larsen T O, Frisvad J C. Review of secondary metabolites and mycotoxins from the *Aspergillus niger* group. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 2009; 395:1225-1242.

- 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.
- RASFF-The Rapid Alert System for Food and Feed. Annual Report 2010. Directorate-General for Health and Consumers. Luxemburg: European Commission, 2011.
- Romero S M, Fernández Pinto V, Patriarca A, Vaamonde G. Ochratoxin A production by a mixed inoculum of *Aspergillus carbonarius* at different conditions of water activity and temperature. *International Journal of Food Microbiology* 2010; 140:277-281.
- Şenyuva H Z, Gilbert J, Ulken U. Aflatoxins in Turkish dried figs intended for export to the European Union. *Journal of food protection* 2007; 70:1029-1032.
- Şenyuva H Z, Gilbert J, Samson R A, Özcan S, Öztürkoğlu Ş, Önal D. Occurrence of fungi and their mycotoxins in individual Turkish dried figs. *World Mycotoxin Journal* 2008; 1:79-86.
- Shenasi M, Aidoo K E, Candlish A A G. Microflora of date fruits and production of aflatoxins at various stages of maturation. *International Journal of Food Microbiology* 2002; 79:113-119.
- Schuster E, Dunn-Coleman N, Frisvad J C, van Dijck P W M. On the safety of *Aspergillus niger*- a review. *Applied Microbiology and Biotechnology* 2002; 59:426-435.
- Testfakta, [www.testfakta.se](http://www.testfakta.se) (2012-03-01)
- Trucksess M W, Scott P M. Mycotoxins in botanicals and dried fruits: a review. *Food Additives and Contaminants: Part A* 2008; 25:181-92.
- Varga J, Kozakiewicz Z. Ochratoxin A in grapes and grape-derived products. *Trends in Food Science and Technology* 2006; 17:72-81.
- Zohri A A, Abdel-Gawad K M. Survey of mycoflora and mycotoxins of some dried fruits in Egypt. *Journal of Basic Microbiology* 1993; 33:279-288.

1. Lunch och lärande – skollunchens betydelse för elevernas prestation och situation i klassrummet av M Lennernäs.
2. Kosttillskott som säljs via Internet – en studie av hur kraven i lagstiftningen uppfylls av A Wedholm Pallas, A Laser Reuterswärd och U Beckman-Sundh.
3. Vetenskapligt underlag till råd om bra mat i äldreomsorgen. Sammanställt av E Lövestram.
4. Livsmedelssvinn i hushåll och skolor – en kunskaps-sammanställning av R Modin.
5. Riskprofil för material i kontakt med livsmedel av K Svensson, Livsmedelsverket och G Olafsson, Rikisendurskodun (Environmental and Food Agency of Iceland).
6. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Livsmedel, Januari 2011 av C Normark, och I Boriak.
7. Proficiency Testing – Food Chemistry, Nutritional Components of Food, Round N 47.
8. Proficiency Testing – Food Chemistry, Trace Elements in Food, Round T-22 by C Åstrand and Lars Jorhem.
9. Riksprojekt 2010. Listeria monocytogenes i kyld ätferdig mat av C Nilsson och M Lindblad.
10. Kontroll av rests substanser i levande djur och animaliska livsmedel. Resultat 2010 av I Nordlander, Å Kjellgren, A Glynn, B Aspenström-Fagerlund, K Granelli, I Nilsson, C Sjölund Livsmedelsverket och K Girma, Jordbruksverket.
11. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Livsmedel, April 2011 av C Normark, I Boriak, M Lindqvist och I Tillander.
12. Bär – analys av näringsämnen av V Öhrvik, I Mattisson, A Staffas och H S Strandler.
13. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Dricksvatten, 2011:1, mars av T Šlapokas C Lantz och M Lindqvist.
14. Kontrollprogrammet för tvåskaliga blötdjur – Årsrapport 2009-2010 – av av I Nordlander, M Persson, H Hallström, M Simonsson, Livsmedelsverket och B Karlsson, SMHI.
15. Margariner och matfetsblandningar – analys av fettsyror av R Åsgård och S Wretling.
16. Proficiency Testing – Food Chemistry, Nutritional Components of Food, Round N 48.
17. Kontroll av bekämpningsmedelsrester i livsmedel 2009 av A Jansson, X Holmbäck och A Wannberg.
18. Klimatpåverkan och energianvändning från livsmedelsförpackningar av M Wallman och K Nilsson.
19. Klimatpåverkan i kylkedjan – från livsmedelsindustri till konsument av K Nilsson och U Lindberg.
20. Förvara maten rätt så håller den längre – vetenskapligt underlag om optimal förvaring av livsmedel av R Modin och M Lindblad.
21. Råd om mat för barn 0-5 år. Vetenskapligt underlag med risk- och nyttovärderingar och kunskapsöversikter.
22. Råd om mat för barn 0-5 år. Hanteringsrapport som beskriver hur risk- och nyttovärderingar, tillsammans med andra faktorer, har lett fram till Livsmedelsverkets råd.
23. Proficiency Testing – Food Chemistry, Trace Elements in Food, Round T-23 by C Åstrand and L Jorhem.
24. Proficiency Testing – Food Chemistry, Vitamins in Food, Round V-9 by A Staffas and H S Strandler.
25. Nordiskt kontrollprojekt om nyckelhålmärkning 2011 av I Lindeberg.
26. Rapport från GMO-projektet 2011. Undersökning av förekomsten av GMO i livsmedel av Z Kurowska.
27. Fat Quality – Trends in fatty acid composition over the last decade by I Mattisson, S Trattner and S Wretling.
28. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Dricksvatten, 2011:2, september av T Šlapokas och M Lindqvist.
29. Kontrollen roll skiljer sig mellan livsmedelsbranscherna av T Ahlström, G Jansson och S Sylvén.
30. Kommuners och Livsmedelsverkets rapportering av livsmedelskontrollen 2011 av C Svärd och L Eskilsson.
31. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Livsmedel, Oktober 2011 av C Normark och I Boriak.



1. Fisk, skaldjur och fiskprodukter – analys av näringsämnen av V Öhrvik, A von Malmborg, I Mattisson, S Wretling och C Åstrand.
2. Normerande kontroll av dricksvattenanläggningar 2007-2010 av T Lindberg.
3. Tidstrender av tungmetaller och organiska klorerade miljöföroreningar i baslivsmedel av J Ålander, I Nilsson, B Sundström, L Jorhem, I Nordlander, M Aune, L Larsson, J Kuivinen, A Bergh, M Isaksson och A Glynn.
4. Kompetensprovning av laboratorier: Mikrobiologi – Livsmedel, Januari 2012 av C Normark, I Boriak och L Nachin.
5. Mögel och mögelgifter i torkad frukt av E Fredlund och J Spång.