

Rapport

Delrapport 2009: Mattilsynets overvåkings- og kartleggingsprogram for mykotoksiner i næringsmidler 2008-2010.

Per-Erik Clasen

Jens Børsum

Forord

På oppdrag for Mattilsynet har Veterinærinstituttet (VI) analysert mykotoksiner i ulike vegetabilske matvarer solgt på det norske markedet. Prøvene er tatt ut som en del av Mattilsynets overvåkings- og kartleggingsprogram for mykotoksiner i næringsmidler.

Prosjektet går over 3 år fra 2008 til 2010 for å ta hensyn til at det er variasjon i mykotoksininnhold og fordeling av mykotoksinet i kornet for de ulike vekstsesonger. Dette er en forenklet rapport. En mer inngående diskusjon omkring resultatene er tenkt å komme etter 3 år.

Prøvene for 2009 har blitt analysert på Avdeling for fôr- og mattrygghet, Seksjon for kjemi, i perioden februar til desember 2009.

Kontaktpersoner i Mattilsynet har vært Laila Jensvoll og Ingunn Haarstad Gudmundsdottir, Seksjon planter og vegetabilsk mat, Hovedkontoret.

Oslo, mars 2010

Per-Erik Clasen
Overingeniør

Jens Børsum
Seksjonsleder

Sammendrag

I alt 145 prøver av ulike kornprodukter på det norske markedet fra 2008-2009 sesongen ble samlet inn og analysert for trichothecenet deoksynivalenol (DON), nivalenol, HT-2 og T-2 toksin, samt zearalenon. Alle toksinene dannes av ulike *Fusarium* arter. Kornprøvene fordelte seg på 49 prøver av siktet hvetemel, 42 prøver av sammalt hvetemel, 20 av hvetekli (kruskakli) og 34 prøver av havregryn. Det ble analysert 35 prøver av ulike risprodukter med følgende fordeling: 14 prøver av jasminris, 11 prøver av basmatiris og 10 prøver av andre ristyper. Det ble analysert for ochratoksin A i 31 prøver av rosiner og aprikos, samt 12 prøver av peanøtter. Konsentrasjonen av DON, som er det fusariumtoksinet som påvises i flest prøver av korn, var som for 2008 uventet høye i siktet hvetemel. Den høyeste konsentrasjon av DON i siktet hvetemel var 1123 µg/kg, mens det for sammalt hvetemel og kli var henholdsvis 623 og 295 µg/kg. Det ble funnet vesentlig lavere konsentrasjoner av DON i hvetekli for 2009 sammenlignet med 2008. Den høyeste konsentrasjon av DON i havregryn var 776 µg/kg. Det ble som ventet funnet gruppe A trichothecener i havregryn med høyeste verdi på summen av HT-2 og T-2 lik 45 µg/kg. Dette er en lavere mengde enn det som ble funnet i 2008. To prøver av siktet hvetemel samt 1 prøve av havregryn hadde verdier over gjeldene grenseverdi for DON (750 µg/kg), men produktene ble ikke trukket fra markedet da analyseverdiene var under grenseverdien ved fratrukket av utvidet analyseusikkerhet. Det ble ikke funnet prøver over deteksjonsgrensen for aflatoksin B1 (0,25µg/kg) av de 14 analyserte jasminris prøvene. 4 av 11 basmatiris prøver var over deteksjonsgrensen med høyeste verdi på 1,6 µg/kg for aflatoksin B1. Det ble påvist ochratoksin A i samtlige prøver av rosiner (19 prøver) med høyeste verdi på 4,4 µg/kg. For øvrig var konsentrasjonene relativt lave i rosinprøvene. I aprikosprøvene ble det påvist ochratoksin A i 7 av totalt 12 prøver (58 %), med en maks verdi på 9,7 µg/kg. Det ble ikke funnet aflatoksin i de 12 analyserte peanøttprøvene.

Hensikten med prosjektet

Hensikten med prosjektet er å få en oversikt over innholdet av ulike mykotoksiner i utvalgte næringsmidler solgt på det norske markedet. Hovedfokus har vært å få en oversikt over nivåene av trichothecener og zearalenon i bearbeidet korn solgt på det norske markedet. Det vil si ulike kornprodukter som er klare for pakking og salg. Hovedproduktene har vært siktet hvetemel, sammalt hvetemel, hvetekli og havregryn. Målet er å få et best mulig estimat på inntaket av de ulike trichothecenene via kornproduktene. I tillegg har det vært et mål å identifisere de viktigste kildene til de ulike trichothecenene. På grunn av HT-2 og spesielt T-2 sin toksiske effekt har det vært nødvendig å senke deteksjonsgrensene for disse toksinene.

Det ble også besluttet å kartlegge aflatoksin (B1, B2, G1 og G2) i ris solgt på det norske markedet: Dette skyldtes en rapport utgitt av Livsmedelsverket i 2007 hvor de fant flere partier, med overskridelser av grenseverdier for aflatoksiner, og da spesielt i basmatiris.

De siste årene har det vært et stadig økende antall produkter av diverse tørkede frukter i norske butikker. Nivået av ochratoksin A i rosiner har blitt undersøkt

tidligere, men vi har lite data fra det norske markedet når det gjelder andre tørkede produkter. Det vil derfor tas ut prøver av forskjellige typer tørket frukt i løpet av prosjektperioden.

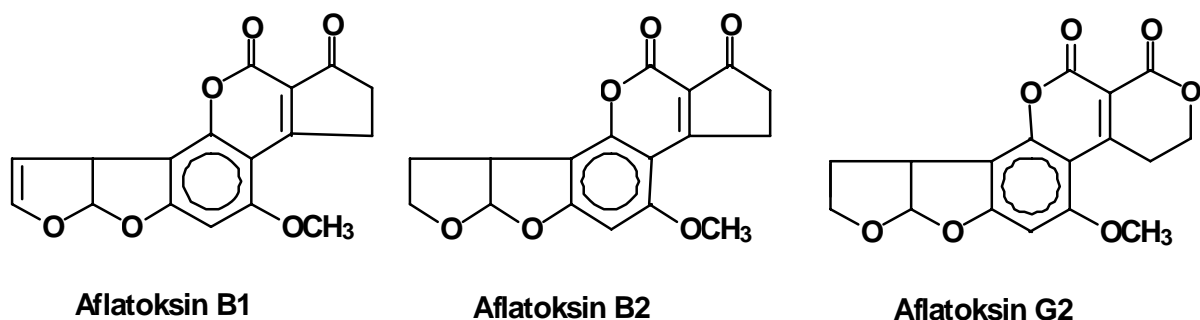
Kartleggingen av trichothecen- og zearalenonnivået i norsk matkorn går over tre år for deretter og evalueres. Hvilke andre mykotoksiner og næringsmidler det skal rettes fokus på kan variere de tre årene prosjektet varer.

Innledning

Mykotoksiner er sekundære metabolitter produsert av ulike sopparter. Det er ikke alle sopparter som produserer mykotoksiner. Noen arter produserer kun et enkelt mykotoksin, mens andre kan produsere flere. Enkelte mykotoksiner kan også produseres av flere sopparter. Noen av de mest kjente mykotoksinene inkluderer aflatoksiner, ochratoksin A, trichothecener, zearalenon og fumonisiner. Kjente sopplesker er *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Claviceps*, *Alternaria* etc. Klima og de årlige sesongvariasjonene har en stor innvirkning på hvilke type sopparter og hvilke mykotoksiner som produseres.

Aflatoksiner

Aflatoksiner er en gruppe strukturelt svært like mykotoksiner (muggsoppgifter) produsert av soppartene *Aspergillus flavus* og *A. parasiticus*. De vanligste mykotoksinene som forekommer i næringsmidler er aflatoksinene B₁, B₂, G₁ og G₂, der B₁ (se figur 1) normalt dominerer. Aflatoksin B₁ var et av de første mykotoksinene som ble isolert og karakterisert. *Aspergillus* artene trives best under varme og fuktige klimatiske forhold. Det er landene i de subtropiske områdene som er særlig utsatt for soppvekst og toksindannelse. Peanøtter, pistasjnøtter, paranøtter, mais, ris, bomullsfrø, fiken og krydder er blant utsatte næringsmidler.



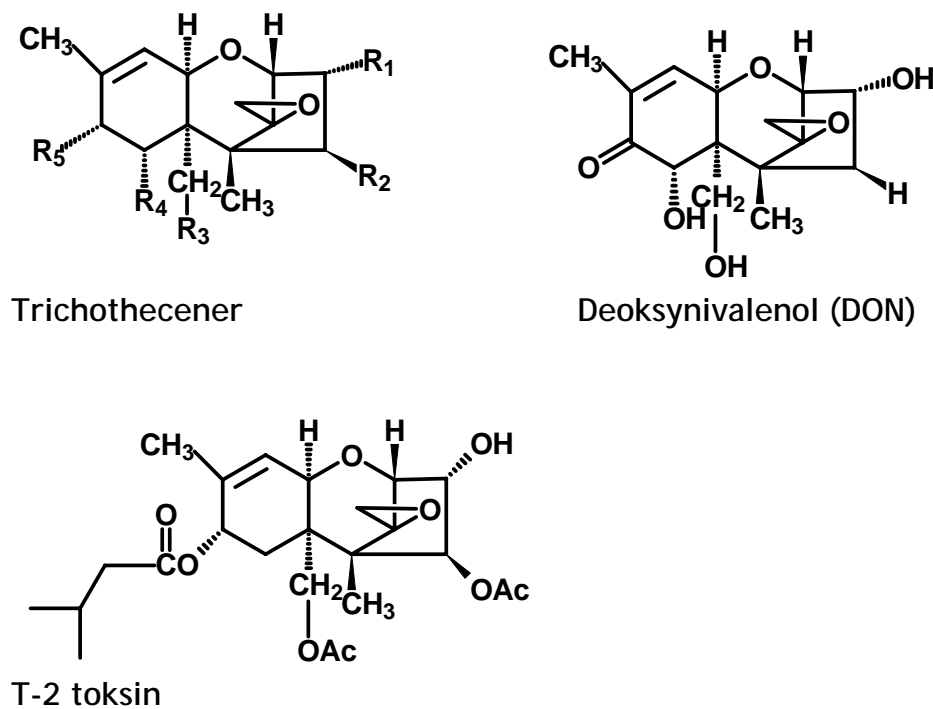
Figur 1. De kjemiske strukturene for aflatoksin B₁, B₂ og G₂.

Aflatoksin B₁ er levertoksisk både for dyr og mennesker, og er sterkt leverkreftfremkallende. Toksinet er klassifisert som humant karsinogen av IARC (1993); «Sufficient evidence for carcinogenicity to human», Klasse 1. Det er i flere

epidemiologiske undersøkelser fra Afrika funnet en klar sammenheng mellom eksponering for hepatitt B virus, inntak av aflatoksiner og leverkreft. WHO-eksperter (JECFA, 1999) vurderte disse spørsmålene, og fant at risikoen for leverkreft assosiert med inntak av aflatoksiner er betydelig lavere i befolkningsgrupper hvor hepatitt B er sjelden (som i Norge). Aflatoksin B₁ er i tillegg vist å ha nyretoksisk effekt og virke immunosuppressivt på forsøksdyr.

Trichothecener

Trichothecenene er den største gruppa av fusariumtoksiner. Trichothecenene kan deles opp i gruppene A, B, C og D. Det er først og fremst gruppe A og B trichothecener som dannes av *Fusarium* arter. Gruppe B omfatter bl.a. deoksynivalenol (DON) (se figur 2), som er det fusariumtoksinet som påvises oftest og i høyest konsentrasjoner både i Norge og det meste av verden (Sundheim *et al.* 1988, Chelkowski 1989, Langseth og Elen 1996, 1997). I tillegg tilhører 3-acetyl-DON, nivalenol og fusarenon-X til denne gruppa av trichothecener. Til gruppe A hører bl.a. T-2 toksin (T-2) og HT-2 toksin (HT-2). Hovedforskjellen i den kjemiske strukturen mellom gruppe A og B trichothecener er antall hydroksylgrupper i strukturen og karbonylgruppen som en finner i gruppe B trichothecener, men som ikke er tilstede i gruppe A trichothecener. Disse ulikhetene medfører forskjell i polaritet mellom gruppe A og B trichothecener, der gruppe B trichothecener er de mest polare.

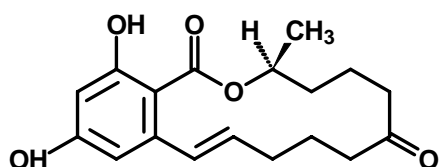


Figur 2. De kjemiske strukturene for DON og T-2 toksin.

Toksisiteten av trichothecenene på det subcellulære planet skyldes i stor grad deres evne til å hemme proteinsyntesen. Symptomer på dyr forårsaket av gruppe B trichothecenene er normalt fôrvegring, redusert fôrutnyttelse, diaré og tildels oppkast. Det har blitt observert redusert fôrintak og redusert tilvekst hos slaktegris som har blitt foret med fôr med nivåer av DON ned til 1-2 mg DON pr. kg (Bergsjø *et al.* 1993, Øvernes *et al.* 1997). Men det har også vist seg at lave doser av DON kan være immunstimulerende. Toksisiteten av nivalenol synes å være på samme nivå som for DON, men det er gjort langt færre fôringsforsøk med dette toksinet (Eriksen og Alexander 1998). Gruppe A trichothecenene er generelt mer toksiske enn gruppe B-toksinene. T-2 er antydnet å være ca. 10 ganger mer akutt toksisk enn DON (JECFA, 2002). Det er vist at T-2 kan indusere DNA fragmentering som er karakteristisk for apoptose. Dette gjelder spesielt for nekroser, indre blødninger, og endring av blodparametere. Gruppe A toksinene synes å være relativt sterkt immunsuppressive (JECFA, 2002). Det er også funnet at T-2 har innvirkning på neurotransmitterne i hjernen hos rotter og kylling.

Zearalenon

Zearalenon er et annet mykotoksin som kan produseres av *Fusarium* (se figur 3). Zearalenon dannes av de samme *Fusarium* artene som produserer DON. Zearalenon absorberes raskt etter inntak, og α - og β - zearalenol er de viktigste metabolittene. Hos gris og mennesker skilles det i hovedsak ut som α -zearalenol, og da i vesentlig grad gjennom urinen (JECFA, 2000). Halveringstida hos mennesker er ca 22 timer. Zearalenon er lite akutt toksisk, men det har en østrogenlignende effekt. α -zearalenol har ca 5 ganger sterkere østrogen effekt enn zearalenon. Zearalenon er vist å gi ulike reproduksjonsforstyrrelser og hormonelle forstyrrelser. Det er også observert økt frekvens av dødfødte, mindre kull og endret fertilitetssyklus hos gris. Det er gjort få studier av effekten av zearalenon på immunsystemet, men det er kjent at andre østrogener er kjent for å påvirke immunsystemet. Zearalenon er i likhet med trichothecenene betraktet som ikke klassifiserbar som humant karsinogent, klasse 3 (IARC 1993).

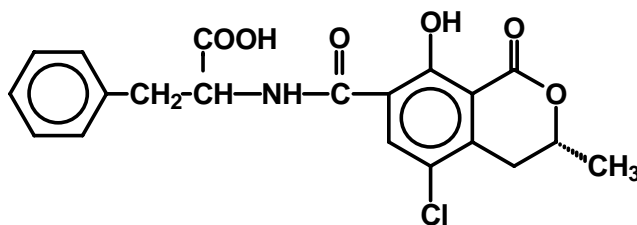


Zearalenon

Figur 3. Den kjemiske strukturen for zearalenon.

Ochratoksin A

Ochratoksin A er det mest kjente Penicillium-toksinet (se figur 4). Det er senere beskrevet flere ochratoksin-metabolitter, men ochratoksin A er den metabolitten som forekommer oftest i naturlig kontaminert mat og fôr. Ochratoksin A påvises oftest i korn, belgfrukter, kaffebønner, enkelte tørkede frukter, samt saft og vin produsert av druer. Det er først og fremst enmagede dyr, inklusiv mennesket, som er følsomme for ochratoksin A. Hos drøvtyggere brytes ochratoksin A i stor grad ned i vomma til ochratoksin α , som har meget lav toksisitet (Krogh, 1987), slik at inntak av kumelk ikke har vært betraktet som en kilde til ochratoksin A. Toksinet er nyretoksisk, og er antatt å være hovedårsaken til de såkalte muggnefrosene hos svin, som er observert i Danmark siden 1920-tallet. Det har lenge vært mistanke om at ochratoksin A er en viktig årsaksfaktor til Balkan nefropati, en endemisk nyrelidelse hos landsbybefolkningen i områder av Romania, Bulgaria og tidligere Jugoslavia. Selv om det er nyreskaden som er mest uttalt, har nyere forskning vist at ochratoksin A også har andre effekter, som har vært av vel så stor betydning ved risikovurderinger og beregning av akseptabelt daglig inntak for mennesker. Ochratoksin A er karsinogent i en del forsøksdyr. Undersøkelser kan også tyde på at det er sammenheng mellom høy eksponering for ochratoksin A og kreft i urinveiene hos mennesker, men bevismaterialet er ikke entydig. Ochratoksin A er i dag klassifisert som «Mulig humant karsinogent» (klasse 2B) av International Agency for Research on Cancer (IARC 1993). I nyere risikovurderinger antas det at ochratoksin A er indirekte genotoksisk, og dermed at det finnes en terskelverdi der doser lavere enn dette ikke har effekt. I tillegg virker ochratoksin A depressivt både på den cellulære og humorale delen av immunsystemet. Det er forskere i dag som mener at ochratoksin A og enkelte andre mykotoksiner, spesielt i kornet, som kan ha vært en viktig medvirkende årsak til en rekke epidemier i Europa fram til siste århundreskiftet. Toksinenes evne til å svekke immunforsvaret gjorde menneskene mer mottakelig for andre sykdommer. Ochratoksin A er også funnet å ha teratogen eller embryotoksisk effekt.

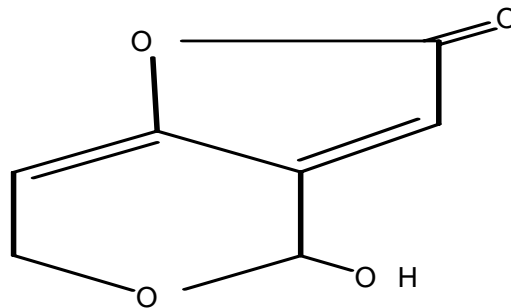


Ochratoksin A

Figur 4. Den kjemiske strukturen for ochratoksin A.

Patulin

Patulin er en metabolitt som blant annet kan produseres av soppsektene *Penicillium* og *Aspergillus*. Patulin er blitt funnet i en rekke matvarer som aprikos, pære, eple, oliven og korn. Eple er allikevel det næringsmidlet hvor en finner de høyeste mengdene. Soppsektene som produserer patulin trives som de fleste soppsekter, i fuktige omgivelser. Derfor bør en ved spesielt fuktige somre og høst ha en viss kontroll over nivået av patulin og da spesielt i juice og saftprodukter lagd av eple. Patulin er ikke klassifisert som karsinogen. Patulin kan forårsake skade på nyre og kan påvirke immunforsvaret ved at det påvirker DNA syntesen. Akutte effekter kan være pustevansker og lungeødem (JECFA, 1995).



P a t u l i n

Figur 5. Den kjemiske strukturen for patulin.

Grenseverdier

Det er fastsatt grenseverdier for de fleste av de mykotoksinene som dette prosjektet omhandler. Unntaket er NIV, HT-2 og T-2 toksin.

Grenseverdien for DON i ulike typer mel av korn er satt til 750 µg/kg. Grenseverdi for aflatoksin B1 i ris er satt til 2 µg/kg, mens summen av alle aflatoksinene ikke skal overskride 4 µg/kg. Grenseverdi for ochratoksin A i tørkede frukter er satt til 10 µg/kg. Grenseverdien for patulin i juice og saft produkter er satt til 50 µg/kg.

Materiale og Metoder

Alle prøvene som inngår i årets undersøkelse ble tatt ut av de lokale distriktskontorene i perioden fra april 2009 til desember 2009. Distriktskontorene fulgte Mattilsynets interne retningslinje for "Prøvetakings- og analysemetoder ved kontroll av mykotoksiner (muggsoppgifter) i næringsmidler" (07.04.2008) ved uttak av prøver. Disse retningslinjene skal sikre at prøvetaking og analysemetoder ved

offentlig kontroll av mykotoksiner i næringsmidler utføres ensartet. Retningslinjen er basert på kommisjonsforordning (EF) nr 401/2006.

Analysemetode for bestemmelse av zearalenon

Prøvene ble analysert etter ZearalaTest Instruction Manual fra Vicam L.P, Watertown, MA, USA med noen modifikasjoner.

25,0 g av den malte kornprøven ble tatt ut og tilsatt 125 mL acetonitril - vann (75 + 25, v+v). Prøven ble ekstrahert først 3 min ved bruk av Ultra Turrax blender, deretter 1 time på ristemaskin. 10 mL prøve-ekstrakt ble fortynnet med 50 mL PBS-løsning og 30 mL av ekstraktet ble overført til en immunoaffinitetskolonne (Vicom). Kolonnen ble deretter vasket med 20 mL vann, for deretter å bli sugd tørr før zearalenon ble eluert ut med 2 mL metanol. Eluatet ble dampet inn til tørrhet, løst i 100 µL acetonitril + 200 µL 0,1 M fosforsyre, mikset og satt på ultralyd i 10 min. Ekstraktet ble igjen mikset før det ble sentrifugert ved 10 000 rpm gjennom et filter (Costar Spinn).

Zearalenon ble kvantifisert på HPLC utstyrt med fluorescens detektor.

Eksitasjonsbølgelengden var da 270 nm og emmisjonsbølgelengden 465 nm.

Analysekolonnen var en C18 kolonne med forkolonne. Mobilfasen bestod av acetonitril-0,01 M fosforsyre (40+60, v+v). Flow-hastigheten var 1 mL/min og injeksjonsvolumet 75 µL.

Analysemetode for bestemmelse av DON, nivalenol (NIV), HT-2 toksin, T-2 toksin

Metoden er basert på opprensning ved bruk av MycoSep#225 kolonner fra Romers Lab.

25 g av den malte kornprøven ble tatt ut og ekstrahert med 125 mL acetonitril - vann (84 + 16, v+v) i en time. 5 mL av ekstraktet ble rensert opp på MycoSep™ #225 kolonne (Romers Lab.). 3 mL av det opprensede ekstraktet ble overført til et derivatiseringsglass og dampet inn til tørrhet under nitrogen. Residuet ble løst i 1 mL benzen for å fjerne rester av vann, før ekstraktet igjen ble dampet inn til tørrhet. Trichothecenene ble derivatisert ved 60°C i en time etter tilsetning av 100 µL pentafluoropropionsyre anhydrid (PFPA) og 500 µL 0,4 M imidazol i toluen-acetonitril (85+15, v+v). Ekstraktet ble fortynnet med 500 µL heksan, og overskudd av derivatiseringsreagens fjernet ved vasking med 1 mL 5 % NaHCO₃ og deretter 1 mL vann. Natriumsulfat ble tilsatt for å fjerne rester av vann, og ekstraktet analysert på GC-MS utstyrt med splittless injektor og autosamplere.

Injeksjonsvolumet var 1 µL. Massespektrometeret ble operert i EI⁺ 70eV, SIM mode. Fusarenon-X ble benyttet som intern GC standard for DON og NIV. Dette ble gjort for å kompensere for variasjon i instrument responsen. Tilsvarende ble det brukt neosolaniol som internstandard for HT-2 og T-2 toksin. Kvantifiseringen var basert på en ekstern matriks assistert standardkurve bestående av de ulike trichothecenene.

Analysemetode for bestemmelse av aflatoksinene B1, B2, G1 og G2

Metoden baserer seg i stor grad på metode; Norsk Standard, NS-EN 12955; Bestemmelse av aflatoksin B1 og summen av aflatoksinene B1,B2,G1 og G2 i korn, nøtter og produkter av disse.

40 gram prøve ble veid inn og tilsatt 200 mL acetonitril-vann (60+40). Prøven ble deretter ristet på ristemaskin i 60 min. Løsninga ble filtrert gjennom et foldefilter, og 2 mL prøve-ekstrakt tilsatt 50 mL PBS-buffer. Prøve-ekstraktet ble deretter overført til en immunoaffinitetskolonnes (Aflaprep, Rhône Diagnostics). Ekstraktet passerte kolonnen med jamn hastighet, 1-2 mL/min, til det var ca 1-2 mm igjen over stasjonærfasen. Kolonnen ble vasket med 10 mL vann, for deretter å bli sugd fullstendig tørr. Aflatoksinene ble eluert med 0,5 mL metanol, deretter ytterligere 0,75 mL metanol over i graderte spissrør. Metanolen ble i hvert tilfelle tilsatt kolonnen 1 min før elueringen startet. Kolonnen ble deretter sugd tørr. Vann ble til slutt tilsatt ekstraktet slik at totalvolumet ble 3,0 mL.

Aflatoksin B₁, B₂, G₁ og G₂ ble kvantifisert på HPLC utstyrt med autosamler, fluoresensdetektor (Shimadzu RF 10-AXL), og Kobra-celle (spenningsenhet) som var plassert mellom analysekolonnen og detektoren. Eksitasjonsbølglengden var 365 nm og emmisjonsbølglengden 435 nm. Kolonnen var en 150 x 4,6 mm i.d. Waters NovaPak, 5µm kolonne, og mobilfasen bestod av acetonitril + metanol + vann (18 + 27 + 55, v/v/v) tilsatt 120 mg kaliumbromid og 350 µL salpetersyre (4 mol/L) pr. liter mobilfase. Injeksjonsvolumet var 150 µL for både prøver og standarder. Aflatoksinene ble eluert ut i løpet av 5-10 min.

Analysemetode for bestemmelse av ochratoksin A

Metoden baserer seg i stor grad på metode; Norsk Standard; NS-EN14132 og NS-EN 14133.

Hele prøven ble malt med vann i forholdet 1kg/2L vann. Men for enkelte prøvetyper var det nødvendig å tilsette mer vann for å sikre tilstrekkelig kontakt mellom prøven og løsningen. Dette skyldes at prøven "sugde" til seg så mye vann. 60 gram av denne slurryen ble veid inn og tilsatt 4 mL 1 M HCl, 5 gram NaCl og 40 mL kloroform. Prøven ble først ekstrahert med stavmikser (Ultra Turrax) i 3 min, deretter 1 time på ristemaskin. Etter ekstraksjonen ble ekstraktet filtrert og sentrifugert. Deretter ble 20 mL av kloroform fasen tilsatt 20 mL av 0,5 M NaHCO₃. Etter forsiktig ekstraksjon ble 10 mL av vannfasen tatt ut og fortynnet med 30 mL PBS-buffer og 350 µL 1 M HCl. Dette ekstraktet ble deretter overført til Ochraprep® immunoaffinitetskolonnes (Rhône-Diagnostics, Scotland). Kolonnen ble vasket med 15 mL vann før ochratoksin ble eluert med 3 mL metanol-eddiksyre 98+2 (v/v). Eluatet ble dampet inn til tørrhet under nitrogen, og inndampningsresten gjenopløst i acetonitril-0,1 M fosforsyre 1+2 (v/v) for kvantifisering.

Ochratoksin A ble kvantifisert på HPLC utstyrt med fluoresensdetektor (Shimadzu RF 10 AXL). Eksitasjonsbølglengden var 390 nm og emisjonsbølglengden 440 nm. Mobilfasen bestod av metanol-0,01 M fosforsyre 65+35 (v/v), og flowhastigheten 1 mL/min. Injeksjonsvolumet var 75 µL for både prøver og standarder.

Kvalitetssikring

Laboratoriet har vært akkreditert siden april 1998 og analysemetodene for bestemmelse av aflatoksiner, ochratoksin A og trichothecener har vært akkreditert siden den gang.

Metodene for bestemmelse av zearalenon og patulin er ikke akkreditert. Men metodene er fullvalidert og har de samme metodekrav som de akkrediterte analysene.

I hver analyseserie som blir utført, blir det også kjørt referanseprøve eller kontrollprøve samt standard tilsetningsprøver. Hvis disse prøvene ikke kommer innenfor akseptable grenser, vil analyseserien bli kjørt på nytt igjen. Alle prøveresultatene ble korrigert for gjenfinning.

Veterinærinstituttet benytter Premier Analytical Services i England som underleverandør hvis det skulle oppstå instrumentelle problemer ved Veterinærinstituttet. Metodene deres er akkreditert og resultatene korrigeres for gjenfinning.

Resultater og Diskusjon

Gjennomsnittet, høyeste verdi samt spredning (standard avvik) for ulike kornprodukter ment for det norske markedet er gjengitt i tabellene fra 1-4.

Kornprodukter

Tabell 1: Siktet hvetemel

n=49	DON µg/kg	NIV µg/kg	HT-2 µg/kg	T-2 µg/kg	ZEA µg/kg
Gjennomsnitt	175	-	-	-	2,3
Høyeste verdi	1123	-	-	-	21
Standard avvik	202	-	-	-	4

Tabell 2: Sammalt hvetemel

n=42	DON µg/kg	NIV µg/kg	HT-2 µg/kg	T-2 µg/kg	ZEA µg/kg
Gjennomsnitt	159	-	-	-	3,8
Høyeste verdi	623	-	-	-	15
Standard avvik	156	-	-	-	4

Tabell 3: Hvetekli (Kruskakli)

n=20	DON µg/kg	NIV µg/kg	HT-2 µg/kg	T-2 µg/kg	ZEA µg/kg
Gjennomsnitt	141	-	-	-	6,3
Høyeste verdi	295	-	-	-	18
Standard avvik	43	-	-	-	4

46 av totalt 49 prøver av siktet hvetemel (94 %) ble funnet å inneholde DON over deteksjonsgrensen. Deteksjonsgrensen for DON og HT-2 toksin ble bestemt til 20 µg/kg. Deteksjonsgrensen for NIV og T-2 toksin ble bestemt til 30 µg/kg. Det ble ikke funnet NIV, HT-2 og T-2 toksin i prøver av siktet hvetemel. Tilsvarende for zearalenon (ZEA) ble det funnet 11 prøver (22 %) over deteksjonsgrensen (2,5 µg/kg).

39 av totalt 42 prøver (93 %) av sammalt hvetemel ble funnet å inneholde DON over deteksjonsgrensen. Det ble ikke funnet NIV, HT-2 og T-2 toksin i prøver av sammalt hvete. Tilsvarende for zearalenon (ZEA) ble det funnet 15 prøver (36 %) over deteksjonsgrensen (2,5 µg/kg).

20 av totalt 20 prøver (100 %) av hvetekli (kruskakli) ble funnet å inneholde DON over deteksjonsgrensen på 20 µg/kg. Det ble ikke funnet nivåer av NIV over deteksjonsgrensen. For HT-2 toksin ble det funnet 2 prøver over deteksjonsgrensen (20 µg/kg). Det ble ikke funnet T-2 toksin over deteksjonsgrensen (30 µg/kg). Tilsvarende for ZEA ble det funnet hele 20 prøver (100 %) over deteksjonsgrensen.

Gjennomsnittet av DON i siktet hvetemel (tabell 1), sammalt hvetemel (tabell 2) og hvetekli (tabell 3) var henholdsvis 175, 159 og 141 µg/kg. Det er noe overraskende at det ikke er større forskjell i gjennomsnittet mellom de ulike kornproduktene. Faktisk er gjennomsnittet noe høyere i siktet hvetemel sammenlignet med hvetekli og sammalt hvete. Fra Norgesmøllene er det blitt oppgitt at sammalt hvete består av hele korn mens siktet hvetemel ligger på omtrent 80 % av kornet, det vil si det ytterste skallet (20 %) er tatt bort. Normalt finner man de høyeste konsentrasjonene av DON i denne delen på kornet. DON konsentrasjonen i de ulike delene av hvetekornet kan variere fra år til år. Hvilke faktorer som påvirker hvor langt inn i kornet toksinene havner er lite undersøkt, men smittetidspunktet kan være avgjørende. En må allikevel være forsiktig med å trekke konklusjoner ut av dette fordi en ikke kan sammenligne prøve for prøve for siktet hvetemel og sammalt hvete da utgangskornet for produktene høyst sannsynlig ikke er de samme.

Nivået av DON generelt i hvete, solgt på det norske markedet, tilsier at det er nyttig å foreta en kartlegging over flere år, spesielt gjelder dette for år hvor en finner mye DON i kornet. Det at to partier av siktet hvetemel inneholdt nivåer av DON over grenseverdien (750 µg/kg) for DON, viser at det er nødvendig med en overvåking av disse produktene. Partiene med hvetemel ble ikke trukket fra

markedet fordi ved fratrekk av utvidet usikkerhet, havnet DON verdiene under grenseverdien.

Tabell 4: Havregryn

n=34	DON µg/kg	NIV µg/kg	HT-2 µg/kg	T-2 µg/kg	ZEA µg/kg
Gjennomsnitt	327	-	19	-	6,0
Høyeste verdi	776	-	45	-	50
Standard avvik	233	-	11	-	11

Det ble totalt analysert 34 prøver av havregryn. Nivåene av DON er relativt lave, men fire prøver ble funnet å inneholde DON i området fra 600-800 µg/kg. Ett parti ble funnet over grenseverdien for DON, men havnet under ved fratrekk av usikkerheten. Det synes dermed fornuftig å opprettholde en viss overvåking av DON nivået i ulike kornprodukter. Nivået av HT-2 og T-2 i havregryn var som forventet relativt lave da tidligere resultater fra korn høstet 2008 gav lave resultater av HT-2 og T-2 toksin.

Veterinærinstituttet utførte på oppdrag for Mattilsynet i perioden fra 2000-2001, en kartleggingsstudie hvor en så på fordelingen av trichotheconer mellom skaldelen av kornet mot kjernedelen av kornet. I tillegg ble det kjøpt inn kornprodukter fra butikker i Oslo området. Resultatene for havre fra dette studiet viste at over 90 % av mengden av trichotheconene befant seg i skaldelen av kornet. Analyse av havregrynsprøver fra butikker gav lave mengder av trichotheconer. Tilsvarende analyser av hveteprodukter fra butikker gav svært lave resultater for siktet hvetemel, mens det ble funnet relativt lave resultater for hvetekliprodukter, men klart høyere enn i siktet hvetemel. Denne undersøkelsen samsvarer dermed ikke helt med årets undersøkelse ved at en ikke bare fant relativt høye verdier av DON i siktet hvetemel, men også høyere verdier i siktet hvetemel sammenlignet med sammalt hvete.

Tabell 5: Snitt av DON i kornprodukter fra 2008-2009.

	Siktet hvetemel (µg/kg)	Sammalt hvete (µg/kg)	Hvetekli (µg/kg)	Havregryn (µg/kg)
2008	204	145	383	285
2009	175	159	141	327

Tabell 6: Snitt av Zearalenon i kornprodukter fra 2008-2009.

	Siktet hvetemel (µg/kg)	Sammalt hvete (µg/kg)	Hvetekli (µg/kg)	Havregryn (µg/kg)
2008	1,5	2,6	7,7	2,0
2009	2,3	3,8	6,3	6,0

Tabell 5 og 6 viser gjennomsnittet av DON og zearalenon i ulike kornprodukter. Fra tabell 5 ser en at gjennomsnittet av DON i siktet hvetemel, sammalt hvete og havregryn er relativt like. Derimot er det vesentlig forskjell i snittet av DON i hvetekli mellom årene 2008 til 2009. Dette kan virke overraskende da gjennomsnittet av DON i siktet hvetemel og sammalt hvete er relativt like. Gjennomsnittet av zearalenon i de ulike hveteproduktene er relativt like, mens det for havregryn er høyere i 2009. Men det må påpekes at verdiene er lave og at det dermed er noe høyere usikkerhet i tallverdien enn for høyere nivåer av zearalenon.

Risprodukter

Ingen prøver av jasminris (totalt 14 prøver) ble funnet å inneholde aflatoksin over deteksjonsgrensen. Totalt 4 av 11 prøver av basmatiris (36 %) ble funnet over deteksjonsgrensen til aflatoksin. Den høyeste verdien av aflatoksin B1 ble funnet til 1,6 µg/kg. I tillegg ble det analysert 10 prøver av andre risprodukter enn jasmin- og basmatiris. Det ikke funnet aflatoksiner over deteksjonsgrensen i disse prøvene. Sammenlignes nivået av aflatoksin i basmatiris med fjorårets undersøkelse er nivået for 2009 lavere. Det ble ikke funnet aflatoksin over grenseverdien for prøver tatt ut i 2009. Selv om nivået av aflatoksin i basmatiris er vesentlig lavere i 2009 sammenlignet med 2008, så viser resultatene at det er høyest risiko for å finne aflatoksin i basmatiris.

Bakgrunnen for ønske om å kartlegge nivået av aflatoksin i ris solgt på det norske markedet var en rapport utgitt av Livsmedelsverket i Sverige utgitt i 2007. Her ble det funnet flere overskridelser av spesielt prøver med basmatiris, men også to partier av jasminris.

Tørket frukt

Hensikten med å kartlegge nivået av ochratoksin A i tørket frukt har vært det stadig økende tilbudet og forbruket av ulike produkter av tørkede frukter og blandinger. Generelt så vekker ikke nivåene av ochratoksin A i denne undersøkelsen bekymring, men produkter som rosiner hvor enkelte barn kan ha et høyt forbruk av, bør overvåkes kontinuerlig.

Ochratoksin A ble påvist i 19 av totalt 19 prøver (100 %) av rosiner med en maks verdi på 4,4 µg/kg. Gjennomsnittet ble funnet å være 0,9 µg/kg. For aprikosprøvene ble det påvist ochratoksin A i 7 av totalt 12 prøver (58 %), med en maks verdi på 9,7 µg/kg. Gjennomsnittet ble beregnet til 0,8 µg/kg. Sammenlignes resultatene med undersøkelsen fra 2008 viser de høyere nivåer av ochratoksin A i 2009. Det ble funnet en aprikosprøve som var svært nære grenseverdien for et parti med aprikos, og dette viser at det er nødvendig å ha en viss overvåking av ochratoksin A nivået i tørket frukt.

Peanøtter

Det ble ikke funnet aflatoksin over deteksjonsgrensen i totalt 12 analyserte prøver, men flere av prøvene stammet fra samme parti da det ble ved noen tilfeller sendt inn 20-30 kg nøtter som måtte deles opp i 10 kg delprøver. Antall analyserte prøver er for lavt til å trekke noen konklusjoner ut av dette.

Referanseliste

1. Bergsjø, B., Langseth, W., Nafstad, I., Høgseth Jansen, J., and Larsen, H.J.S. 1993, The effect of naturally deoxynivalenol-contaminated oats on the clinical condition, blood parameters, performance and carcass composition of growing pigs *Vet. Research Commun.*, 17; 283-294
2. Chelkowski J, editor. 1989. *Fusarium, Mycotoxins, Taxonomy and Pathogenicity*. Amsterdam: Elsevier.
3. Eriksen, G.S. and Alexander, J., Editors, 1998. *Fusarium toxins in cereals – a risk assessment* Nordic Council of Ministers, TemaNord, Copenhagen
4. Krogh, P. 1987. Ochratoxins in food In: P. Krogh (Ed.) *Mycotoxins in Food*. pp 97-121. Academic Press, London, U.K
5. Langseth, W., and Elen, O. 1996, Differences between barley, oats and wheat in the occurrence of deoxynivalenol and other trichotecenes in Norwegian grain. *Journal of Phytopathology - Phytopathologische Zeitschrift*, 144, 113-118
6. Langseth, W., and Elen, O. 1997, The occurrence of dexynivalenol in Norwegian cereals - differences between years and districts, 1988-1996. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science* 47, 176-184
7. Sundheim L, Nagayama S, Kawamura O, Tanaka T, Brodal G, Ueno Y. 1988. Trichothecenes and zearalenone in Norwegian barley and wheat *Norwegian Journal of Agricultural Science* 2:49-59
8. Øvernes, G., Matre, T., Sivertsen, T., Larsen, H.J.S., Langseth, W., Reitan, L.J. and Jansen, J.H. 1997. Effects of diets with graded levels of naturally deoxynivalenol-contaminated oats on immune response in growing pigs. *J. Vet. Med.A.* 44; 539-550
9. IARC (1993), Volume 56. Some naturally occurring substances: Food Items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins.
10. JECFA, 1995, forty-fourth report of the Joint FAO/WHO expert committee on food additives. Evaluation on certain food additives and contaminations
11. JECFA, 1999, forty-ninth report of the Joint FAO/WHO expert committee on food additives. Evaluation on certain food additives and contaminations
12. JECFA, 2000, fifty-third report of the Joint FAO/WHO expert committee on food additives. Evaluation on certain food additives and contaminations
13. JECFA, 2002, fifty-sixth report of the Joint FAO/WHO expert committee on food additives. Evaluation of certain mycotoxins in food