

Rapportage Opdrachtgever

Mycotoxinenbelasting in de biologische varkenshouderij

Februari 2004



Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info.po.asg@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl/po>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek

© Animal Sciences Group

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR

Rapportage Opdrachtgever 1.330.386.015

Mycotoxinenbelasting in de biologische varkenshouderij

M.F. Mul
M.M. van Krimpen
M.B. Bokma-Bakker
I.A.J.M. Eijck

Februari 2004

Voorwoord

In de varkenshouderij in Nederland neemt men de laatste jaren vaker symptomen waar die mogelijk veroorzaakt worden door mycotoxinen. Het gaat dan met name om problemen met de vruchtbaarheid van zeugen, toomkwaliteit, groei bij gespeende biggen en vleesvarkens en de toegenomen vatbaarheid voor secundaire infecties. Mycotoxinen zijn geen specifiek probleem van de biologische varkenshouderij. Door het gebruik van ruwvoer en strobedding in de biologische varkenshouderij is het wel belangrijk om juist ook bij deze sector na te gaan of men extra alert op mycotoxinen moet zijn, ook omdat zinloos antibioticagebruik extra vervelende consequenties kan hebben voor een biologisch bedrijf. Antibiotica heeft geen verbeterend effect op de gevolgen van mycotoxicose.

In haar onderzoeksprogramma PO-34 'Biologische Veehouderij' draagt het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit bij aan stimulering van de ontwikkeling van een duurzame biologische veehouderij. De relatie tussen biologische houderij en diergezondheid en optimalisatie hiervan is een belangrijk aandachtspunt. In dat kader heeft deze deskstudie naar de gevolgen van mycotoxinen in de biologische varkenshouderij plaatsgevonden.

In de studie is op basis van de bestaande literatuur en navraag bij experts een inschatting gemaakt van de hoogte van de mycotoxinenbesmetting in verschillende (biologische) rantsoenen. Dit is getoetst aan nationale en internationale normen en 'Geen Effect waarden'. Ook is gekeken naar toekomstige veranderingen die invloed kunnen hebben op de mycotoxinegehalten van biologische mengvoeders en enkelvoudige voeders.

Uit de studie zijn een aantal belangrijke adviezen voor de praktijk gekomen. Wij hopen dat deze studie bijdraagt aan het beperken van de gevolgen van mycotoxinen in de (biologisch) varkenshouderij.

Langs deze weg wil ik graag iedereen bedanken die heeft meegewerkt aan dit onderzoek: het onderzoeksteam, de begeleidingscommissie vanuit Biologica (Riet Biemans en Cor Bosch), Bert Veldman van "de Schothorst" en een drietal producenten van biologische mengvoeders.

Dr. Ir. H. Spoolder,
Clusterhoofd Gezondheid en welzijn

Samenvatting

Mycotoxinen zijn secundaire metabolieten (stofwisselingsproducten) van schimmels die negatieve gezondheidseffecten kunnen veroorzaken bij mens en dier. Mycotoxinen kunnen in gewassen geproduceerd worden door de veldschimmels en in producten door opslagschimmels. Opname van mycotoxinen kan, afhankelijk van het type, mogelijk kankerverwekkend zijn, het zenuwweefsel aantasten, huidproblemen veroorzaken en de ontwikkeling van de embryo of foetus beïnvloeden (Pohland, 1993). De gevolgen zijn afhankelijk van de doses en het type mycotoxine. Combinaties van mycotoxinen kunnen door tegengestelde of additionele werking andere effecten hebben dan de mycotoxinen afzonderlijk.

Mycotoxinen zijn vooral te vinden in granen, maar ook in onder andere gras, brijvoer, bijproducten, hooi, stro en kuilvoer. Granen worden in varkensmengvoer verwerkt. Besmette granen kunnen het mengvoer besmetten. In deze studie richten we ons op de gevolgen in de biologische varkenshouderij van de mycotoxinen Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEN) en T-2 toxine. De gevolgen van vooral DON en ZEN lijken met name in de varkenshouderij van belang; bij opname van hoge concentraties DON (>12,5 mg/kg voer) zal een varken het voedsel weigeren of braken met negatieve gevolgen voor de groei. Opname van ZEN heeft vooral bij het varken sterk oestrogene effecten (oestrogeen speelt een rol bij de ontwikkeling van de vrouwelijke geslachtskenmerken, het reguleren van de menstruele cyclus en bij zwangerschap). De toxine T-2 is in deze studie betrokken omdat in granen en grassen DON, ZEN, T-2 en Nivalenol als combinatie het meest frequent voorkomt in Noord-west Europa. Deze mycotoxinen worden geproduceerd door Fusariumspecies. Nivalenol hebben we in deze studie niet meegenomen omdat het in zeer lage gehalten aanwezig is en minder agressief werkt dan het T-2 toxine. T-2 toxine heeft bij het varken gevolgen voor de immuniteit, vruchtbaarheid en groei (D'Mello et al., 1999). De blootstelling van de mens aan mycotoxinen door het eten van het dierlijk product is aanzienlijk kleiner dan de blootstelling aan mycotoxinen door het eten van plantaardige producten, waardoor het dierlijk product voor een klein percentage bijdraagt aan de mycotoxinenbelasting van de mens.

In de biologische varkenshouderij is er een mogelijk risico van mycotoxinen voor de diergezondheid door het gebruik van biologische granen in plaats van gangbare granen, het verstrekken van ruwvoer en door het ligbed van stro. Het onderhavige literatuuronderzoek is uitgevoerd om de huidige dagelijkse opname van DON, ZEN en T-2 bij biologische varkens te bepalen, de mogelijke gevolgen daarvan en de verwachte opname van DON, ZEN en T-2 in de toekomst.

Op basis van de beschikbare literatuur en met behulp van de onderhavige studie kunnen de volgende conclusies en discussiepunten worden vastgesteld:

- Mycotoxinen hebben een negatieve invloed op de diergezondheid, de voerefficiëntie, fertiliteit en het immuunsysteem.
- De effecten zijn afhankelijk van het type mycotoxine, de duur van blootstelling, leeftijd van het dier en dosering van het mycotoxine.
- Bij het bepalen van de mycotoxinenbelasting van biologische varkens is er onduidelijkheid over de gehalten aan mycotoxinen in alle biologische grondstoffen en ruwvoerders. Daarnaast is de bepaling van de mycotoxinenbelasting een modelmatige berekening.
- Bij berekende *gemiddelde* mycotoxinengehalten wordt in de biologische varkenshouderij met en zonder ruwvoer geen van de limietwaarden overschreden. Indien gerekend is met de maximum mycotoxinengehalten, dan worden veelal de GE-waarden (geen effect waarden) en de Duitse oriëntatiewaarden overschreden.
- De gehalten aan T-2 in het voer lijken op basis van de beperkt beschikbare literatuur geen enkele norm of regelgeving te overschrijden.
- De berekende mycotoxinenbelasting van het varken is het hoogst bij mengvoer aangevuld met maïskuil.
- De maximumgehalten worden in de praktijk waarschijnlijk weinig frequent bereikt.
- Het analyseren van de maïskuil is aan te bevelen.
- De biologisch geteelde gewassen lijken niet meer en vaker mycotoxinen te bevatten dan gangbaar geteelde gewassen.
- De nieuwe Nederlandse norm voor DON en ZEN wordt alleen overschreden als men rekent met de maximumgehalten. Waarschijnlijk zal een overschrijding van de norm incidenteel voorkomen.
- Het voeren van meer ruwvoer aan zeugen heeft geen invloed op de gehalten aan mycotoxinen in het rantsoen.
- Bij het voeren van maïskuil aan de biggen worden de nieuwe Nederlandse grenswaarden snel overschreden.
- Als in de toekomst het klimaat gaat veranderen waardoor in het zomerseizoen meer neerslag wordt verwacht, kan dit aanleiding zijn tot hogere gehalten aan mycotoxinen in het voer.
- Mycotoxinengehalten kunnen beperkt worden door het inzetten van meer resistente gewassen en door het opvolgen van correcte teeltmaatregelen.

- Indien 100 % biologisch varkensvoer verplicht wordt, is de verwachting dat men hogere percentages sojaproducten in het mengvoer verwerkt. Door de hoge gehalten ZEN in de sojaproducten kan de limietwaarde voor ZEN overschreden worden.

De aanbevelingen voor het onderzoek zijn:

- Het is zinvol om het onderzoek te richten op de effecten van verschillende typen mycotoxinen op de verschillende niveaus van blootstellingen, leeftijden van het dier, dosering en op de combinatie van mycotoxinen onder Nederlandse omstandigheden.
- Onderzoek naar het voorkomen van T-2 in grondstoffen en ruwvoerders en de gevolgen ervan op de varkensgezondheid kunnen beter bijdragen aan het bepalen van de mycotoxinenbelasting van (biologische) varkens.
- Voor meer inzicht in de biologische teelten en in de verschillen tussen biologisch en gangbaar geteelde producten is het aan te bevelen om in de praktijk de gehalten van de grondstoffen te bepalen. Omdat klimaat, grondsoort en bodemgebruik veel invloed hebben op de gehalten is het noodzakelijk om veel percelen over het gehele land te bemonsteren. Alleen op die manier kan men een indruk krijgen van de verschillen in gehalten tussen grondstoffen die op biologische of op gangbare wijze geteeld zijn.
- De berekening is modelmatig; ieder jaar heeft zijn eigen hoogte van risico. Eigenlijk moet jaarlijks het risico ingeschat worden (frequente monsternames), gevolgd door berekeningen voor het bepalen van het rantsoen om te hoge gehalten te beperken. Snelle implementatie van een dergelijk systeem verdient de aanbeveling.
- Onderzoek naar de gehalten aan mycotoxinen in ruwvoer (onder andere T-2 in stro) verdient sterk de aanbeveling. Hierover zijn weinig gegevens voor handen. Monitoring van bijvoorbeeld maïskuil op mycotoxinen kan plaatsvinden bij organisaties die de kuil analyseren op voederwaarde. Op die wijze wordt op een snelle manier een indruk verkregen van de mycotoxinegehalten in het Nederlandse ruwvoer.
- Bij de voersamenstelling van mengvoer moet men terdege rekening houden met de grondstoffen en de mogelijke mycotoxinegehalten; analyseer de grondstoffen (met het early warning systeem) en bereken het gehalte van het toekomstige rantsoen met behulp van een model voordat het mengvoer wordt geproduceerd.
- Langlopende onderzoeken naar de verschillen in mycotoxinegehalten tussen op biologische wijze en op gangbare wijze geteelde granen, waarbij de omstandigheden gelijk zijn, kunnen mogelijk meer inzicht geven in deze problematiek.
- Goede voorlichting aan de producenten van granen over de gevolgen van mycotoxinen voor de diergezondheid en voorlichting over technieken ter preventie van Fusariuminfecties, kunnen bijdragen aan het voorkomen of beperken van verschijnselen bij het varken die veroorzaakt worden door mycotoxinen.

Praktijktoepassing

- Bepaal in ieder geval voor het verstrekken van maïskuil het gehalte aan DON en ZEN.
- Voer geen maïskuil aan biggen, het risico op overschrijding van de normen is dan groot.
- Goede voorlichting aan de producenten van granen over de gevolgen van mycotoxinen bij de gebruikers en voorlichting over technieken ter preventie van Fusarium infecties, kunnen bijdragen aan het voorkomen of beperken van mycotoxicose bij het varken.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1	Inleiding.....	1
2	Effecten van DON, ZEN en T-2 op de diergezondheid.....	2
2.1	Deoxynivalenol (DON)	2
2.2	Zearalenon (ZEN)	2
2.3	T-2	3
3	Bepaling mycotoxinenbelasting biologische varkens.....	4
3.1	DON, ZEN en T-2 in grondstoffen.....	4
3.2	Inschatting opname DON, ZEN en T-2 en vergelijking met limietwaarden	7
3.3	Invloed van ruwvoer op de opname van mycotoxinen.....	9
4	Verschillen in risico's voor mycotoxinen in gangbare en biologische teelten	15
5	Toekomstige ontwikkelingen.....	16
5.1	Nieuwe normen DON en ZEN in Nederlands diervoeder	16
5.2	Effect gebruik meer ruwvoer	16
5.3	Klimaat	17
5.4	Resistentie en teelt.....	17
5.5	100 % biologisch voer.....	17
6	Discussie en conclusies	19
6.1	Effecten van DON, ZEN en T-2 op de diergezondheid	19
6.2	Bepaling mycotoxinenbelasting biologische varkens	19
6.3	Verschillen in risico's voor mycotoxinen in gangbare en biologische teelten.....	21
7	Praktijktoeepassing en aanbevelingen vervolgonderzoek.....	23
	Literatuur	24

1 Inleiding

Mycotoxinen zijn secundaire metabolieten (stofwisselingsproducten) van schimmels die negatieve gezondheidseffecten kunnen veroorzaken bij mens en dier. Er zijn meer dan 300 verschillende mycotoxinen bekend, die gevormd worden door meer dan 200 schimmels (Betina, 1989). Schimmels kunnen een of meer mycotoxinen produceren en één mycotoxine kan door meerdere schimmels geproduceerd worden. Niet alle schimmels produceren mycotoxinen en niet alle stofwisselingsproducten van schimmels zijn mycotoxinen. Mycotoxinen kunnen in gewassen geproduceerd worden door veldschimmels en in producten door opslagschimmels. Veldschimmels komen vanuit de bodem in het gewas terecht waarna ze kunnen migreren naar bijvoorbeeld de aar of kolf. Uiteindelijk kan de schimmel mycotoxinen produceren. Opslagschimmels kunnen ontstaan na een besmetting, bijvoorbeeld tijdens de oogst of tijdens de opslag. Tijdens de opslag kan de schimmel uitgroeien en eventueel mycotoxinen produceren. Het onderscheid tussen veldschimmels en opslagschimmels is niet strikt; een veldschimmel kan tijdens de opslag pas ontstaan of andersom. Opname van mycotoxinen kan (afhankelijk van het type) mogelijk kankerverwekkend zijn en het zenuwweefsel aantasten, huidproblemen veroorzaken en de ontwikkeling van de embryo of foetus beïnvloeden (Pohland, 1993). De gevolgen zijn afhankelijk van de doses en het type mycotoxine. Combinaties van mycotoxinen kunnen andere effecten hebben dan de mycotoxinen afzonderlijk; het tegelijkertijd voorkomen van typen mycotoxinen kan zowel een additieve als een antagonistische werking hebben. De verschillende trichothecenen (bijvoorbeeld DON en T-2 toxine) kunnen additief werken, Trichothecenen en ZEN antagonistisch (Fink-Gremmels, 1999). Mycotoxinen zijn vooral te vinden op granen, maar ook in onder andere gras, brijvoer, bijproducten, hooi, stro en kuilvoer. Ook bij suikerbieten en in bijvoorbeeld zonnebloempitten worden mycotoxinen waargenomen (naar Veldman, 2003a).

Granen worden in varkensmengvoer verwerkt. Besmette granen kunnen het mengvoer besmetten. In deze studie richten we ons op de gevolgen in de biologische varkenshouderij van de mycotoxinen Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEN) en T-2 toxine. De gevolgen van vooral DON en ZEN lijken met name in de varkenshouderij van belang; bij opname van hoge concentraties DON (>12,5 mg/kg voer) zal een varken het voedsel weigeren of braken met negatieve gevolgen voor de groei. Bij waarden van meer dan 1 mg/kg DON in voer kan er al sprake zijn van een verminderde voeropname (Dänicke et al., 2000). Opname van ZEN heeft vooral bij het varken sterk oestrogene effecten (oestrogeen speelt een rol bij de ontwikkeling van de vrouwelijke geslachtskenmerken, het reguleren van de vruchtbaarheidscyclus en bij dracht) (Fink-Gremmels, 1999). De toxine T-2 is in deze studie betrokken omdat in granen en grassen DON, ZEN, T-2 en Nivalenol als combinatie het meest frequent voorkomt in Noord-west Europa (De Nijs et al., 1996; Müller et al., 1998). Deze mycotoxinen worden geproduceerd door *Fusarium*species (Driehuis en Te Giffel, 2003). Nivalenol hebben we in deze studie niet meegenomen omdat het in zeer lage gehalten aanwezig is en minder agressief werkt dan de toxine T2. T-2 heeft bij het varken gevolgen voor de immuniteit, vruchtbaarheid en groei (D'Mello et al., 1999).

De blootstelling van de mens aan mycotoxinen door het eten van het dierlijk product is aanzienlijk kleiner dan de blootstelling aan mycotoxinen door het eten van plantaardige producten, waardoor het dierlijk product voor een klein percentage bijdraagt aan de mycotoxinenbelasting van de mens (Kuiper-Goodman, 1998 uit Fink-Gremmels, 1999).

Uitgangspunt van de biologische landbouw is het in stand houden van het natuurlijke evenwicht tussen mens, plant en dier. Om een product "biologisch" te mogen noemen, moet de productie aan bepaalde wettelijke regels voldoen (www.skal.nl). In de biologische varkenshouderij is men onder andere verplicht de dragende zeugen uitloop te geven, zijn preventief gebruik van geneesmiddelen en ingrepen (knippen van tandjes en staarten) niet toegestaan en is het voer voor 80 % afkomstig uit de biologische landbouw. Daarnaast wordt aan de varkens, naast het biologische mengvoer, ook ruwvoer verstrekt en liggen de dieren op stro.

In de biologische varkenshouderij is er een mogelijk risico van mycotoxinen voor de diergezondheid door het gebruik van biologische granen in plaats van gangbare granen, het verstrekken van ruwvoer en door het ligbed van stro. Het onderhavige literatuuronderzoek is uitgevoerd om de huidige dagelijkse opname van DON, ZEN en T-2 bij biologische varkens in te schatten, de mogelijke gevolgen daarvan en de verwachte opname van DON, ZEN en T-2 in de toekomst. Met de resultaten van dit rapport kunnen de biologische varkenshouders maatregelen nemen om de gevolgen van mycotoxinen te beperken.

2 Effecten van DON, ZEN en T-2 op de diergezondheid

Mycotoxinen in voer kunnen aanleiding zijn tot gevolgen resulterend in acute intoxicatie tot subacute intoxicaties. Mycotoxicose (vergiftiging door mycotoxinen) kan ontstaan als gevolg van eenmalige opname of als gevolg van langdurige opname van mycotoxinen. Vaak ontbreken karakteristieke symptomen van intoxicaties (vergiftiging), hoewel het vaak gepaard lijkt te gaan met een slecht bedrijfsresultaat (verminderde groei, slechtere fertiliteit) en een verhoogde gevoeligheid voor infectieziekten door de immunosuppressieve eigenschappen van mycotoxinen (Stoef et al., 2000). Doordat bij een natuurlijke besmetting vrijwel altijd verschillende mycotoxinen tegelijk voorkomen (een schimmel kan immers meerdere mycotoxinen produceren), kan er sprake zijn van versterking of afzwakking van de gevolgen van een enkel mycotoxine. Volgens Kloet (2002) lijkt ZEN de tolerantie voor DON en T-2 te verminderen.

Tabel 1 geeft in het kort de effecten van de afzonderlijke mycotoxinen DON, ZEN en T-2.

Tabel 1 Belangrijkste effecten van mycotoxinen bij het varken

T-2	DON	ZEN
Voerweigerig	Voerweigerig	Lagere fertiliteit
Lagere voeropname	Braken	Zwellen van de vulva bij pasgeboren biggen
Verminderde groei	Verminderde voeropname	Lagere embryonale overleving
Dermatitis van de snuit, neus en wang	Verminderde groei	Vertraagde oestrus na spenen
Verminderde vruchtbaarheid	Lagere voerefficiëntie	Vergrootte ovarium en uterus
Gebreken aan het immuunsysteem	Gebreken aan het immuunsysteem	

Naar: D'Mello et al., 1999

2.1 Deoxynivalenol (DON)

DON wordt geproduceerd door onder andere de Fusariumtypen *Fusarium culmorum* en *F. graminearum*. DON behoort tot de groep trichothecenen B en is minder acuut toxisch dan de T-2 toxinen. Ook DON veroorzaakt na opname irritatie en darmontstekingen (Veldman, 2003b). Duidelijke gevolgen van opname van DON zijn voedselweigerig of braken. Dit vindt echter plaats bij mycotoxineconcentraties in het voer hoger dan 12,5 mg/kg (Fink-Gremmels, 1999). Bij een gehalte van meer dan 1 mg/kg in voer is er sprake van een verminderde voeropname (Dänicke et al., 2000).

Naast voerweigerig, lagere opname en braken kan DON ook een ontstekingsreactie veroorzaken in het maagdarmkanaal. Hierdoor kunnen bepaalde stoffen niet opgenomen worden wat het immuunsysteem negatief kan beïnvloeden (Veldman, 2003b).

Bij experimentele bepalingen van het effect van op natuurlijke wijze met DON gecontamineerd voer (dus niet het zuiver toegevoegd synthetische DON) worden mogelijk ook de effecten meegenomen van andere in het voer aanwezige, maar niet vastgelegde, hoeveelheden mycotoxinen (d'Mello et al., 1999).

2.2 Zearalenon (ZEN)

ZEN wordt geproduceerd door onder andere dezelfde Fusariumsoorten als DON. ZEN bindt aan oestrogene receptoren waardoor onder andere vergroting zichtbaar wordt van de baarmoeder en tepels bij zeugen, vergroting van de tepels bij beren, duidelijke zwelling van de vulva bij biggen en vulvovaginitis, wat uiteindelijk leidt tot vaginale prolaps bij biggen (Fink-Gremmels, 1999). Ook slechtere fertiliteit bij zeugen kan een gevolg zijn van opname van ZEN (Diekman and Green, 1992). Oudere zeugen lijken minder last te hebben van blootstelling aan ZEN (Veldman, 2003b). Hoge concentraties ZEN leiden tot voortdurende oestrus, schijndracht en volledige onvruchtbaarheid (Chang et al., 1979). Als gevolg van hoge doses ZEN worden zwakke biggen waargenomen (Price et al., 1993). Jonge beren kunnen een verminderd libido, lagere plasma-testosteronspiegels en een verminderde spermatogenese bij blootstelling aan ZEN overhouden (Veldman, 2003b).

2.3 T-2

T-2 toxine behoort tot de groep trichothecenen A. Het T-2 toxine wordt geproduceerd door onder andere *Fusarium sporotrichioides* en *F. poae*. Trichothecenen hebben gevolgen voor de eiwitsynthese. De celdeling wordt geremd waardoor het immuunsysteem wordt aangetast (Riley, 1998). T-2 is een dermatoxine. Dermatoxinen geven na contact necrose van de huid of de mucosa. Volgens Fink-Gremmels (2003) zijn bij varkens huidlesies waargenomen die zijn veroorzaakt door stof van voer waarin T-2 aanwezig is. T-2 kan ook nadelige effecten veroorzaken voor de reproductie (o.a. degeneratie van het ovarium). Gevolgen van een prenatale besmetting met T-2 kunnen we bij zuigende biggen zien: darmoedemen, slecht functioneren van de klieren van het endometrium etc.

In dit rapport nemen we de gegevens van T-2 en HT-2 (een metaboliet van T-2) samen, omdat bij het bepalen van de toxiciteit van T-2 ook de gegevens worden meegenomen van HT-2 (Kloet et al., 2002).

Acute effecten hebben we waargenomen na opname van 0,1 mg/kg lichaamsgewicht. Een gehalte van 0,5 mg/kg voer veroorzaakte geen nadelige gevolgen bij vleesvarkens. Bij deze concentratie en lager kunnen we wel huidaandoeningen waarnemen als gevolg van stof (Fink-Gremmels, 1999).

3 Bepaling mycotoxinenbelasting biologische varkens

In dit hoofdstuk maken we een schatting van de mycotoxinenbelasting van het Nederlandse biologische varken. Hiertoe worden de gehalten van mycotoxinen in de grondstoffen voor het mengvoer en in het ruwvoer door literatuuronderzoek achterhaald. Vervolgens is met behulp van 'standaard' rantsoenen bepaald of die rantsoenen met respectievelijk een gemiddelde en maximale mycotoxinenbesmetting boven de normen en grenswaarden van verschillende landen voor varkens uitkomt.

3.1 DON, ZEN en T-2 in grondstoffen

In tabel 2 zijn de grondstofsamenstellingen weergegeven van voer voor varkens die op biologische (Biol.) en op conventionele wijze (Conv.) gehouden worden. De gegevens van de conventionele voeders zijn afkomstig van het Instituut voor de Veevoeding, de Schothorst. De Schothorst heeft in opdracht van het Productschap voor Diervoeders, een literatuurstudie uitgevoerd naar de belasting van éénmagige landbouwhuisdieren (Veldman, 2003b). Voor deze studie is gerekend met een gemiddelde biologische voersamenstelling per diercategorie (biggen, dragende zeugen, lacterende zeugen en vleesvarkens). De gegevens van de biologische mengvoerders zijn verkregen door de grootste gemene delers te nemen van de samenstellingen van biologisch mengvoer voor varkens van drie verschillende mengvoerproducenten. De samenstellingen zijn van toepassing op het jaar 2003. Tachtig procent van het biologisch voer dient te bestaan uit biologisch geteelde grondstoffen. Op biologische bedrijven geeft men naast mengvoer ook ruwvoer. Dit kan stro, hooi, graskuil en/of snijmaïskuil zijn. Het ligbed op de biologische bedrijven is van stro.

Bij de berekeningen voor de mycotoxinenbelasting van varkens is gerekend met de rantsoenen:

- 1 mengvoer
- 2 mengvoer en stro
- 3 mengvoer en hooi
- 4 mengvoer en stro en graskuil
- 5 mengvoer en graskuil
- 6 mengvoer en stro en hooi
- 7 mengvoer en stro en maïskuil
- 8 mengvoer en maïskuil

Omdat niet bekend is hoeveel stro de varkens opnemen, hebben we ervoor gekozen om bij de berekeningen de opname van stro de ene keer wel en de andere keer niet achterwege te laten. De eerste resultaten van een proef waarbij we keken naar de opname van stro door zeugen met weidegang, laten zien dat er een grote spreiding zit tussen de stro-opname van dragende zeugen. Stro-opnamen zijn waargenomen van 0 tot 300 gram stro per zeug per dag. Bij de berekeningen waarbij stro wel wordt meegenomen, kan er dus sprake zijn van overschatting van de mycotoxinenbelasting.

De hoeveelheid ruwvoer waarmee de berekeningen zijn gedaan, staan vermeld in tabel 3. Niet alle voersamenstellingen zijn compleet weergegeven, doordat onder andere aardappeliwit, weipoeder en mineralen niet zijn opgenomen.

Tabel 2 Procentuele grondstofsamenstelling van conventioneel en biologisch varkensvoer

Grondstof	Vleesvarkens			Biggen		Dragende zeugen		Lacterende zeugen		Opfokvoer	Speenvoer
	conv.	biol.	biol. startvoer	conv.	biol.	conv.	biol.	conv.	biol.	biol.	biol.
Citruspulp	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-
Erwten	-	2,5	7	-	-	-	-	-	6	-	-
Gerst	10	28	11	40	20	5	20	15	18	30	36
Grasbrok	-	-	-	-	5	-	5	-	-	-	-
Haver	-	-	-	-	4	-	4	-	3	-	-
Lupine	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Luzerne	-	-	4	-	8	-	8	-	5	-	-
Mais	3	5	-	5	-	-	-	-	3	10	16
Maisglutenvoer	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Palmpitschilfers/schroot	-	-	2	-	-	10	-	5	-	-	-
Raapzaadschroot/schilfers	10	-	2	3	-	5	-	5	2	-	-
Rogge	10	5	18	-	-	8	-	5	-	-	-
Sojahullen	-	-	-	-	-	15	-	3	-	-	-
Sojaschroot/schilfers	15	5	3	5	2	8	2	10	2	8	-
Diverse schilfers/schroot	-	-	-	-	-	-	4	-	2	2	4
Getoaste sojabonen	-	16	13	-	6	-	6	-	18	9	7
Tapioca	15	-	-	5	-	10	-	20	-	-	-
Tarwe	30	11	10	10	20	10	20	20	20	13	10
Tarwegries	5	7	8	2	9	11	9	5	-	3	1
Triticale	10	8	10	-	15	-	15	-	14	5	-
Zonnebloemschroot/schilfers	5	-	2	2	-	5	-	5	-	-	-

Tabel 3 Droge stof (g) per dag in de vorm van ruwvoer

	Vleesvarkens	Biggen	Dragende zeugen	Lacterende zeugen	Opfokvoer	Speenvoer
Stro	420	-	840	168	420	84
Hooi	166	-	415	168	415	83
Graskuil	135	-	630	450	225	45
Snijmaiskuil	81	-	405	270	135	27

In tabel 4 is de hoeveelheid te verstrekken mengvoer per dag weergegeven per categorie in gram per dag. De hoeveelheid ruwvoer komt in de berekening bovenop de hoeveelheid mengvoer. De eerste resultaten van onderzoek naar de ruwvoeropname bij biologische drachtige zeugen tonen aan dat er grote verschillen zijn in de opname van ruwvoer per zeug (Van Krimpen, 2003). Hierdoor hebben we in de berekening niet gewerkt met het vervangen van mengvoer door ruwvoer, maar komt het ruwvoer bovenop de hoeveelheid mengvoer.

Tabel 4 Mengvoer in rantsoen voor berekenen van de mycotoxinebelasting van varkens (g/dg)

Voersoort	Verstreckte hoeveelheid
Vleesvarkensvoer	2100
Startvoer	1600
Dragende zeugen voer	2850
Lacterende zeugen voer	6140
Biggenvoer	800
Speenvoer	300
Opfokvoer	1800

Om de mycotoxinenbelasting te bepalen van varkens gehouden op biologische wijze is gebruik gemaakt van het rapport Mycotoxinen: de belasting van éénmagige landbouwhuisdieren en de overdracht naar het dierlijk product van B. Veldman (2003b). In tabel 5 zijn per grondstof de gemiddelde en maximale mycotoxinegehalten ($\mu\text{g/g}$) weergegeven voor DON, ZEN en T-2 + HT-2. Voor de gegevens over Mycotoxinegehalten in het ruwvoer is gebruik gemaakt van de studie van Driehuis en Te Giffel (2003). De mycotoxinegehalten in stro zijn in de studie van Driehuis en Te Giffel gelijkgesteld aan de gehalten in hooi omdat er geen informatie voor handen is over de gehalten in stro. Tarwe en grassen behoren beide tot de Graminae familie. De gehalten in stro kunnen ook vergeleken worden met de gehalten van de maïsstengel. Maïs (ook behorende tot de Graminae) en tarwe zijn beide lange gewassen met een duidelijke stengel en hebben op dat punt meer overeenkomst met elkaar dan gras en tarwe. Hiervoor is echter niet gekozen omdat men onder Nederlandse omstandigheden maïs vaak op hetzelfde perceel teelt, waardoor meer Fusarium in de grond optreedt dan bij een vruchtwisselingsgewas zoals tarwe. Een maïsstengel bevat daardoor waarschijnlijk hogere gehalten aan mycotoxinen dan tarwe. Gras daarentegen bevat waarschijnlijk lagere gehalten. De mycotoxinen worden vooral in de aren gevormd, maar omdat men het gras in Nederland maait voor de vorming van de aar, is de ontwikkeling van mycotoxinen mogelijk beperkt. Zoals in het voorgenoemde rapport is beschreven zijn de waarden voor het ruwvoer (behalve stro) gebaseerd op gegevens uit Duitsland, Oostenrijk en Nederland. De waarden voor DON en ZEN in gras en graskuil zijn onzeker. Zo zijn er geen gemiddelde concentraties bekend, maar concentratieranges. Er zijn ook geen gegevens bekend over graskuil. De waarden voor DON en ZEN in gras en graskuil zijn gebaseerd op waarnemingen in grashooi, waarbij is verondersteld dat de concentraties in gras en graskuil de helft zijn van die in grashooi.

Tabel 5 Gemiddelde en maximale mycotoxinegehalten ($\mu\text{g/g}$) voor DON, ZEN en T-2 + HT-2 per grondstof

	DON		ZEN		T-2 + HT-2	
	Gem.	Max.	Gem.	Max.	Gem.	Max.
Erwten	0,046	0,33	-	0,011	0,0056	0,056
Gerst	0,105	1,284	0,0025	0,061	0,0094	0,197
Grasbrok	-	-	0,039	0,071	-	-
Haver	0,114	0,769	0,0039	0,105	0,004	1,684
Lupine	-	-	-	-	-	-
Luzerne	-	-	-	-	-	-
Mais	0,505	2,578	0,0884	2,08	0,0028	0,13
Palmpitschilfers	-	-	-	-	-	-
Raapzaadschroot	-	-	-	-	-	-
Rogge	0,096	1,703	0,0053	0,165	-	-
Sojaschroot/schilfers	-	-	0,0882	0,86	-	-
Getoaste sojabonen	-	-	-	-	-	-
Tarwe	0,324	7,695	0,0672	1,036	0,0047	0,125
Tarwegries	0,119	1,06	0,016	0,35	-	-
Triticale	0,04	0,34	0,0086	0,079	-	-
Zonnebloemschroot	-	-	-	-	-	-
Stro	0,25	1	0,005	0,1	-	-
Hooi	0,25	1	0,005	0,1	-	-
Graskuil	0,25	1	0,005	0,1	-	-
Snijmaïskuil	1,4	5	0,05	1	-	-

De gehalten zijn berekend door van alle onderzoeken een gewogen gemiddelde te bepalen (gemiddelde mycotoxinegehalten) of door alle maximumgehalten te middelen (maximum mycotoxinegehalten).

Per grondstof is de hoeveelheid mycotoxinen bepaald door het mycotoxinegehalte te vermenigvuldigen met het percentage van de grondstof in het voer. Dit getal is vermenigvuldigd met het aantal gram wat het varken als rantsoen krijgt. Deze hoeveelheden zijn vervolgens getotaliseerd, wat het mycotoxinegehalte per rantsoen oplevert. De hoeveelheden zijn bepaald op basis van droge stof. De berekening luidt: $\Sigma(\text{gehalte mycotoxinen/gram grondstof} \times \text{gram grondstof in het rantsoen})$.

Niet bekend is wat het mycotoxinegehalte is voor sojaschilfers. Op basis van de gehalten aan vet in sojabonen (20 %) en sojaschroot (2,8 %) is in deze studie gebruik gemaakt van de gehalten van sojaschroot daar waar sojaschilfers in het biologisch mengvoer wordt toegepast. Sojaschilfers hebben een vetpercentage van 8,4 %. Het mycotoxinegehalte in sojaschilfers is waarschijnlijk lager dan in sojaschroot omdat er verhoudingsgewijs meer kaf in sojaschroot aanwezig is dan in sojaschilfers. Mycotoxinen bevinden zich bij een besmette korrel veelal onder het kaf of hul, aan de buitenzijde van de korrel.

3.2 Inschatting opname DON, ZEN en T-2 en vergelijking met limietwaarden

De Mycotoxinenopname per dag per biologisch varken is bepaald zoals in paragraaf 3.1 is weergegeven. In deze paragraaf vergelijken we de gehalten aan mycotoxinen in het rantsoen met verschillende normen, aanbevolen waarden en regelgeving van de verschillende landen. Ook geven we een algemeen beeld van de belasting van het varken met betrekking tot DON en ZEN en wordt de invloed van ruwvoer op de opname van mycotoxinen per dag per varken besproken.

Geschatte mycotoxinenopname via biologisch mengvoer met aanbevolen waarden en regelgeving

De berekende mycotoxinenopname voor varkens is vergeleken met de Nederlandse DON-norm (PDV,2000), de GE-waarden in varkensvoerders (Geen Effect zoals in het onderzoek van Veldman, 2003b), de regelgeving van de FDA (Food & Drug Administration) in de Verenigde Staten (FDA, 2001) en de Duitse oriëntatiewaarden voor kritische concentraties DON en ZEN in varkensvoerders (Dänicke et al., 2000). De waarden zijn weergegeven in tabel 6.

Tabel 6 Geadviseerde of toegestane waarden voor DON, ZEN en T-2 (in µg/g) in het varkensvoer

	DON	ZEN	T-2
Nederlandse norm voor DON in volledig mengvoer varkens	1		
GE-waarden vleesvarkens	1	0,250	1,6
GE-waarden biggen	1	50*	1
GE-waarden zeugen	3,3	0,18*	
GE-waarden opfokzeugen		1*	
FDA-regelgeving	5		
Duitse oriëntatiewaarden opfokzeugen (in 88 % droge stof)	1	0,05	
Duitse oriëntatiewaarden vleesvarkens en zeugen (in 88 % droge stof)	1	0,250	

* Laagst bestudeerde concentratie met een aantoonbaar effect.

In tabel 7 staan de resultaten van de berekende mycotoxinenopname per dag (in droge stof) bij biologische varkens door opname van mengvoer in vergelijking met de geadviseerde en toegestane waarden voor DON, ZEN en T-2.

De Nederlandse norm voor DON in volledig mengvoer is vastgesteld op 1µg/gram voer. Bij *gemiddelde mycotoxinegehalten* van de grondstoffen zijn geen overschrijdingen van de norm (zie tabel 7). Er is zelfs sprake van gehalten die ruim onder de norm zitten. Uit de berekening met *maximum mycotoxinegehalten* van de grondstoffen blijkt de norm bij elk voersoort fors overschreden te worden.

De concept advieswaarden van de Food and Drug Administration (FDA) in de Verenigde Staten voor DON in granen en graanbijproducten worden uitgaande van de berekening met de gemiddelde en maximum mycotoxinegehalten niet overschreden.

De GE-waarden zijn gebaseerd op de concentratie mycotoxinen waarbij geen effect meer waarneembaar was in een studie met varkens. Veldman heeft in zijn studie GE-waarden (waarden waarvan geen effect verwacht wordt) afgeleid van de beschikbare kennis in de literatuur. Bij berekening met *gemiddelde mycotoxinegehalten* van de grondstoffen zijn geen overschrijdingen van de norm. Ook is hier sprake van gehalten die ruim onder de norm zitten. Bij berekeningen met *maximum Mycotoxinegehalten* van de grondstoffen blijkt de norm bij meerdere mengvoersoorten overschreden te worden:

- De norm voor DON wordt bij de biggenkorrel en het speenvoer ruim overschreden, de norm voor ZEN en T-2 niet.
- De norm voor ZEN wordt overschreden in het opfokvoer, het voer voor lacterende zeugen en het voer voor dragende zeugen.
- De norm voor DON en ZEN wordt in het startbrok overschreden.
- In het vleesvarkensvoer wordt de norm voor DON overschreden.

De gestelde GE-waarden zijn afgeleid van waarden uit de literatuur; het is een inschatting. Bij biggen is de GE-waarde relatief hoog; het is de laagst bestudeerde concentratie met aantoonbaar effect. Dit getal kan dus nog beduidend lager worden na onderzoek. Voor opfokzeugen zijn heel weinig GE-waarden bekend en alleen concentraties van de laagst bestudeerde concentratie met een aantoonbaar effect. Ook daar moet meer onderzoek naar gedaan worden. De werkelijke GE-waarden kunnen veel lager liggen, waardoor eerder sprake is van overschrijding van de GE-waarden.

De Duitse oriëntatiewaarden zijn gebaseerd op basis van literatuuroverzichten. Daarna zijn de waarden bediscussieerd en door het Duitse ministerie van landbouw overgenomen. In een consensusvergadering zijn de waarden ontstaan, maar deze voldoen niet aan een strikt wetenschappelijke toetsing. Bij een berekening met *gemiddelde mycotoxinegehalten* van de grondstoffen zijn er geen overschrijdingen van de Duitse oriëntatiewaarden.

De berekening met *maximum mycotoxinegehalten* van de grondstoffen laat zien dat de norm overschreden wordt voor de mycotoxinen DON en ZEN. Voor biggenkorrel en het spenvoer zijn geen normen vastgesteld.

Tabel 7 Opname mycotoxinen per biologisch varken per dag¹

	Biggenkorrel	Speenvoer	Voer voor lacterende zeugen	Voer voor dragende zeugen	Startvoer	Vleesvarkensvoer	Opfokvoer
DON							
Nederlandse norm	804	282	5710	2622	1504	2392	1764
GE-waarden	804	282	18844	8653	1504	2392	-
Duitse oriëntatiewaarden	-	-	5025	2307	1324	2105	1552
FDA-norm	4020	1410	28551	13110	7520	11960	8820
Maximum gehalten in voer	1546	564	13521	6390	2781	4016	3461
Gemiddelde gehalten in voer	119	52	772	347	191	230	265
ZEN							
GE-waarden	40200	14100	1028	472	376	598	1764
Duitse oriëntatiewaarden	-	-	1256	577	331	526	78
Maximum gehalten in voer	404	157	2181	932	577	598	909
Gemiddelde gehalten in voer	80	7	137	61	35	38	54
T-2							
GE-waarden	804	282	-	-	2406	3827	-
Maximum gehalten in voer	70	36			140	113	181
Gemiddelde gehalten in voer	3	1			6	6	5

Cursief: de norm of regelgeving wordt overschreden

¹ Opname bij gemiddelde en maximale DON-gehalten in het voer (rijen maximumgehalten en gemiddelden gehalten in het voer) in vergelijking met de Nederlandse norm, GE-waarden, Duitse oriëntatiewaarden en de FDA-norm in µg/dag.

Belasting door DON, ZEN en T-2.

Met de resultaten uit tabel 7 bespreken we de belasting van het biologische varken door DON, ZEN en T-2 in het voer.

DON

Alleen de berekeningen met de maximumgehalten overschrijden de Nederlandse norm, de Duitse oriëntatienorm en de GE-waarden. De normen van de FDA worden door geen enkel mengvoer overschreden.

ZEN

De berekende maximumgehalten in het voer voor lacterende zeugen en voor dragende zeugen overschrijden de GE-waarden en de Duitse oriëntatiewaarden evenals het startvoer, het vleesvarkensvoer en het opfokvoer.

T-2

De gehalten aan T-2 in het voer overschrijden de GE-waarden niet.

3.3 Invloed van ruwvoer op de opname van mycotoxinen

In deze paragraaf geven we per biologisch voerrantsoen de limietwaarden (normen en regelgeving) en de berekende maximale en gemiddelde gehalten aan mycotoxinen. De tabellen geven goed inzicht in de invloed van ruwvoer op de mycotoxinenopname. In deze studie zijn we ervan uitgegaan dat zuigende biggen geen ruwvoer opnemen. De ruwvoerrantsoenen zijn per diercategorie vermeld in tabel 3. De legenda bij de tabellen 8 t/m 13 luidt als volgt:

M = Mengvoer
 M+h = Mengvoer + hooi
 M+ms= Mengvoer + maïs
 M+s+gk= Mengvoer + stro + graskuil
 M+s = Mengvoer + stro
 M+gk= Mengvoer + graskuil
 M+s+h= Mengvoer + stro + hooi
 M+s+ms= Mengvoer + stro + maïs

Gespeende biggen

Voor gespeende biggen zijn er geen overschrijdingen van het rantsoen van speenvoer met ruwvoer bij het vergelijken van de berekende gemiddelde waarden met de normen en regelgeving. De Nederlandse DON-norm en de GE-waarden worden overschreden indien deze limieten vergeleken worden met de berekende maximale gehalten. De norm van de FDA wordt niet overschreden.

Mengvoer in combinatie met maïs zorgt voor de hoogst berekende gehalten (tabel 8).

Tabel 8 Limietwaarden en mycotoxinegehalten in het rantsoen van **gespeende biggen**

	M	M+s	M+h	M+gk	M+ms
<i>Nederlandse norm</i>					
DON	282	377	376	333	313
ZEN	-	-	-	-	-
T-2	-	-	-	-	-
<i>GE- waarden</i>					
DON	282	377	376	333	313
ZEN	14100	18873	18816	16657	15634
T-2	282	377	376	333	313
<i>Duitse waarden</i>					
DON			Geen norm		
<i>FDA</i>					
DON	1410	1887	1882	1666	1563
ZEN	-	-	-	-	-
T-2	-	-	-	-	-
<i>Maximum gehalten in voer</i>					
DON	564	648	731	693	783
ZEN	157	166	174	170	193
T-2	36	36	36	36	36
<i>Gemiddelde gehalten in voer</i>					
DON	52	73	94	84	111
ZEN	7	8	8	8	9
T-2	1	1	1	1	1

Opfokzeugen

Het verstrekken van ruwvoer én opfokvoer aan opfokzeugen heeft qua gehalten aan DON in het rantsoen aanzienlijke invloed. Vooral het toevoegen van maïs aan het rantsoen verhoogt het berekende DON-gehalte. De berekende gemiddelde mycotoxinegehalten in het voer overschrijden de normen en regelgevingen niet. De berekende maximum DON-gehalten overschrijden de Nederlandse norm, de GE-waarden en de Duitse waarden. Alleen de FDA norm wordt niet overschreden. De berekende maximale gehalten voor ZEN overschrijdt alleen de Duitse waarden (tabel 9).

Tabel 9 Limietwaarden en mycotoxinegehalten in het rantsoen van **opfokzeugen**

	M	M+s	M+h	M+gk	M+ms	M+s+h	M+s+gk	M+s+ms
<i>Nederlandse norm</i>								
DON	1764	2241	2236	1778	1917	2713	2497	2395
ZEN	-	-	-	-	-	-	-	-
T-2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>GE- waarden</i>								
DON	-	-	-	-	-	-	-	-
ZEN	1764	2241	2236	1778	1917	2713	2497	2395
T-2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Duitse waarden</i>								
DON	1552	1972	1967	1777	1687	2387	2197	2107
ZEN	78	82	98	89	84	119	110	105
<i>FDA</i>								
DON	8820	11206	11178	10098	9587	13564	12485	11973
ZEN	-	-	-	-	-	-	-	-
T-2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Maximum gehalten in voer</i>								
DON	3461	3881	3876	3686	4136	4296	4106	4556
ZEN	909	951	950	931	1044	992	973	1086
T-2	181	181	181	181	181	181	181	181
<i>Gemiddelde gehalten in voer</i>								
DON	265	370	369	322	454	474	427	559
ZEN	54	56	56	55	61	58	57	63
T-2	5	5	5	5	5	5	5	5

Dragende zeugen

Het toevoegen van ruwvoer heeft een effect op de gehalten aan DON in het rantsoen voor dragende zeugen. De hoogste waarden worden gehaald bij een rantsoen met mengvoer en stro en maïskuil.

De berekende maximumgehalten in alle rantsoenen overschrijden de Nederlandse en Duitse norm. Er is geen overschrijding van de GE-waarden en de FDA-norm.

Ten aanzien van ZEN overschrijden de berekende maximum gehalten de GE-waarden en de Duitse oriëntatiewaarden (tabel 10).

Tabel 10 Limietwaarden en mycotoxinegehalten in het rantsoen van **dragende zeugen**

	M	M+s	M+h	M+gk	M+ms	M+s+h	M+s+gk	M+s+ms
<i>Nederlandse norm</i>								
DON	2622	3577	3094	3338	3082	4048	4292	4037
ZEN	-	-	-	-	-	-	-	-
T-2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>GE- waarden</i>								
DON	8653	11803	10209	11015	10171	13359	14165	13321
ZEN	472	644	557	601	555	729	773	727
T-2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Duitse waarden</i>								
DON	2307	3147	2722	2937	2712	3562	3777	3552
ZEN	577	787	681	734	678	891	944	888
<i>FDA</i>								
DON	13110	17883	15468	16690	15411	20241	21462	20184
ZEN	-	-	-	-	-	-	-	-
T-2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Maximum gehalten in voer</i>								
DON	6390	7230	6805	7020	8415	7645	7860	9255
ZEN	932	1016	973	995	1337	1057	1079	1421
T-2	427	427	427	427	427	427	427	427
<i>Gemiddelde gehalten in voer</i>								
DON	347	557	451	504	914	661	714	1124
ZEN	61	66	63	65	82	68	69	86
T-2	10	10	10	10	10	10	10	10

Lacterende zeugen

Een groot verschil in mycotoxinegehalten is waar te nemen bij het toevoegen van maïs aan het rantsoen voor lacterende zeugen.

De berekende gemiddelde gehalten in het voer overschrijden de normen en regelgeving niet. De berekende maximumgehalten aan DON overschrijden de Nederlandse en Duitse norm. De berekende maximumgehalten aan ZEN overschrijden de GE-waarden en de Duitse oriëntatiewaarden (tabel 11).

Tabel 11 Limietwaarden en mycotoxinegehalten in het rantsoen van **lacterende zeugen**

	M	M+s	M+h	M+gk	M+ms	M+s+h	M+s+gk	M+s+ms
<i>Nederlandse norm</i>								
DON	5710	5901	5899	6222	6017	6090	6412	6208
ZEN	-	-	-	-	-	-	-	-
T-2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>GE- waarden</i>								
DON	18844	19474	19466	20531	19856	20096	21161	20486
ZEN	1028	1062	1062	1120	1083	1096	1154	1117
T-2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Duitse waarden</i>								
DON	5025	5193	5191	5475	5295	5359	5643	5463
ZEN	1256	1298	1298	1369	1324	1340	1411	1366
<i>FDA</i>								
DON	28551	29506	29494	31108	30085	30449	32062	31040
ZEN	-	-	-	-	-	-	-	-
T-2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Maximum gehalten in voer</i>								
DON	13521	13689	13687	13971	14871	13855	14139	15039
ZEN	2181	2198	2181	2226	2451	2198	2243	2468
T-2	825	825	825	825	825	825	825	825
<i>Gemiddelde gehalten in voer</i>								
DON	772	814	813	884	1150	855	926	1192
ZEN	137	138	137	139	150	138	140	151
T-2	22	22	22	22	22	22	22	22

Vleesvarkens na opleg

De berekende gemiddelde gehalten aan mycotoxinen in het voer bij toevoegen van ruwvoer overschrijden de normen en regelgeving niet. De berekende maximumgehalten aan DON overschrijden de Nederlandse en Duitse norm en de GE-waarden. De FDA-normen worden niet overschreden. De berekende maximumgehalten aan ZEN overschrijden de GE-waarden en de Duitse oriëntatiewaarden (tabel 12).

Tabel 12 Limietwaarden en mycotoxinegehalten in het rantsoen van **vleesvarkens na opleg**

	M	M+s	M+h	M+gk	M+ms	M+s+h	M+s+gk	M+s+ms
<i>Nederlandse norm</i>								
DON	1504	1599	1598	1555	1535	1694	1651	1630
ZEN	-	-	-	-	-	-	-	-
T-2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>GE-waarden</i>								
DON	1504	1599	1598	1555	1535	1694	1651	1630
ZEN	376	376	400	389	384	423	423	408
T-2	2406	2408	2557	2488	2455	2710	2640	2608
<i>Duitse waarden</i>								
DON	1324	1408	1407	1369	1351	1491	1453	1434
ZEN	331	331	352	342	338	373	363	359
<i>FDA</i>								
DON	7520	7997	7992	7776	7673	8469	8253	8151
ZEN	-	-	-	-	-	-	-	-
T-2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Maximum gehalten in voer</i>								
DON	2781	2865	2864	2826	2916	2948	2910	3000
ZEN	577	585	585	582	604	594	590	612
T-2	140	140	140	140	140	140	140	140
<i>Gemiddelde gehalten in voer</i>								
DON	191	212	211	202	229	232	223	250
ZEN	35	35	35	35	36	35	35	36
T-2	6	6	6	6	6	6	6	6

Vleesvarkens in de afmestfase

De berekende gemiddelde gehalten aan mycotoxinen in het voer bij toevoegen van ruwvoer overschrijden de normen en regelgeving niet. De berekende maximumgehalten aan DON overschrijden de Nederlandse norm, de Duitse norm en de GE-waarden. De FDA-normen worden niet overschreden. De berekende maximumgehalten aan ZEN overschrijden de Duitse oriëntatiewaarden. De GE-waarden voor ZEN worden alleen overschreden bij een rantsoen van mengvoer en maïskuil (tabel 13).

Tabel 13 Limietwaarden en mycotoxinegehalten in het rantsoen van **vleesvarkens in afmestfase**

	M	M+s	M+h	M+gk	M+ms	M+s+h	M+s+gk	M+s+ms
<i>Nederlandse norm</i>								
DON	2392	2869	2581	2545	2484	3058	3023	2961
ZEN	-	-	-	-	-	-	-	-
T-2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>GE-waarden</i>								
DON	2392	2869	2581	2545	2484	3058	3023	2961
ZEN	598	717	645	636	621	764	756	740
T-2	3827	4591	4129	4073	3974	4893	4836	4738
<i>Duitse waarden</i>								
DON	2105	2525	2271	2240	2186	2691	2660	2606
ZEN	526	631	568	560	546	673	665	651
<i>FDA</i>								
DON	11960	14346	12903	12727	12420	15290	15113	14807
ZEN	-	-	-	-	-	-	-	-
T-2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Maximum gehalten in voer</i>								
DON	4016	4436	4182	4151	4421	4602	4571	4841
ZEN	598	640	614	612	679	657	654	721
T-2	113	113	113	113	113	113	113	113
<i>Gemiddelde gehalten in voer</i>								
DON	230	335	272	264	343	377	369	449
ZEN	38	40	38	38	42	41	40	44
T-2	6	6	6	6	6	6	6	6

4 Verschillen in risico's voor mycotoxinen in gangbare en biologische teelten

Oldenburg et al. (2000) geven in hun onderzoek een rangschikking van de factoren die invloed hebben op de besmetting van granen met mycotoxinen: klimaat, infectiedruk/grondbewerking, maïs als voorvrucht, gewasbescherming, rassen en plantenvoeding. Met iets andere bewoordingen drukken Smiley et al. (1996), de risicofactoren uit in het weer, overblijfselen van het vorige gewas, maïs als voorgaand gewas, gewasbescherming, variëteit en voeding van de plant. In hoeverre deze ranking daadwerkelijk iets kan zeggen over de mycotoxinenbesmetting is niet bekend. Gewasbescherming lijkt enerzijds bij te dragen aan het beperken van mycotoxinegehalten, anderzijds kan het op het onjuiste moment toepassen van beschermingsmiddelen stress veroorzaken waardoor mycotoxinen alsnog kunnen ontwikkelen. Bemesting van de gewassen kan enerzijds stress beperken, maar anderzijds ook de stress doen toenemen waardoor de mycotoxinegehalten in de gewassen oplopen. Planten zijn meer vatbaar voor schimmels tijdens stress zoals droogte, gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, te veel water en schade door insecten (Fink-Gremmels, 1999).

Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en een rijker bemestingspatroon zijn tot nog toe geen bewijs voor lagere of hogere gehalten mycotoxinen in de gewassen. Of biologische teelt van gewassen leidt tot een groter risico op mycotoxinenbesmetting is moeilijk te beantwoorden. Mogelijk leidt een biologische teelt zelfs tot een kleiner risico op mycotoxinenbesmetting dan bij gangbaar. Enkele onderzoeken zijn uitgevoerd om het verschil in mycotoxinenbesmetting bij gangbare en biologisch geteelde gewassen aan te tonen. De resultaten hiervan lopen uiteen. Berleth et al. (1998) vonden geen significant verschil in concentraties DON tussen biologisch en geïntegreerde landbouw. Geïntegreerde landbouw is een methode van werken die tussen gangbaar en biologisch in staat. Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen wordt zoveel mogelijk voorkomen. Op bedrijven met geïntegreerde teelten wordt gewerkt met gewasopvolging, resistente rassen, bemesting wordt aangepast op de behoefte van het gewas en veelal voert men mechanische bewerkingen uit in plaats van het gebruik van chemische middelen. Er is ook geen verschil geconstateerd in mycotoxinegehalte tussen wintertarwe van een geïntegreerd bedrijf waarbij gebruik werd gemaakt van fungiciden en wintertarwe van een biologisch bedrijf (Birzele et al., 2002). Pas bij een jaar met extreem hoge besmetting leek de toepassing van fungiciden effect te hebben. Vermoedelijk is het verschil klein doordat gewasrotatie, grondbewerkingen en resistente gewassen worden ingezet. Prokinova et al. (2000) vonden in hun onderzoek, uitgevoerd in dezelfde jaren als het onderzoek van Birzele, vergelijkbare resultaten.

Tijdens het extreem natte jaar werd meer besmette tarwe gevonden bij de biologische teelt dan in de gangbaar geteelde tarwe. Tijdens het voorafgaande droge jaar werd echter meer met *Fusarium* besmette gangbaar geteelde tarwe gevonden dan biologisch geteelde tarwe. Döll et al. (2002) vonden bij een vergelijking van gangbare en biologische bedrijven een significant verschil in DON-concentratie bij tarwe. Van de gangbaar geteelde tarwe was 69 % van het monster positief met een gemiddelde concentratie van 1540 microgram/kg droge stof en 54 % van de biologische teelt was positief met gemiddeld 760 microgram/kilogram droge stof. Ook bij rogge was er een tendens tot een lagere DON-concentratie in biologische tarwe dan in gangbaar geteelde tarwe, hoewel dit verschil niet significant was. De mediaan van de gehalten aan ZEN was onder de detectiegrens. Ook uit het onderzoek van Schollenberger et al. (2002) bleek een significant hogere DON-hoeveelheid bij tarwebloem van gangbare teelt (mediaan= 295) dan bij tarwebloem van biologische herkomst (mediaan= 120). Pascale et al. (2000) vonden in hun onderzoek in Italië naar het besmettingsniveau van DON in granen een hoger aantal besmette monsters bij de biologische granen (51 %) dan bij monsters uit de gangbare landbouw (12 %). De gemiddelde hoogte van het besmettingsniveau van de biologisch geteelde granen lag echter lager dan bij de gangbaar geteelde granen.

Op basis van het bovengenoemde onderzoeken kunnen we geen eenduidige conclusie trekken over het verschil in mycotoxinen in biologisch geteelde granen en gangbaar geteelde granen. Het lijkt erop dat biologisch geteelde gewassen in ieder geval niet meer en vaker mycotoxinen bevatten dan gangbaar geteelde granen. Het FAO rapport "Food safety as affected by organic farming" (2000) zegt hierover dan ook dat op basis van verschillende studies er niet geconcludeerd kan worden dat biologische teelten leiden tot een toegenomen risico voor mycotoxinenbesmetting.

5 Toekomstige ontwikkelingen

5.1 Nieuwe normen DON en ZEN in Nederlands diervoeder

Het bestuur van het PDV heeft op 11 juni 2003 nieuwe grenswaarden vastgesteld op rantsoenbasis voor DON, ZEN en OTA (ochratoxine A). Na het vaststellen van de analysemethode voor het diervoeder door de daarvoor aangestelde commissie, worden de volgende grenswaarden op rantsoenbasis voor varkensvoer aangehouden:

DON	:	1 mg/kg
ZEN	:	0,25 mg/kg voor zeugen en vleesvarkens 0,1 voor jonge varkens
OTA	:	0,05 mg/kg voor zeugen, vleesvarkens en biggen

De bovenstaande normen zijn gebruikt om een inschatting te maken van de overschrijding in het huidige voerrantsoen. De inschatting heeft op dezelfde wijze plaatsgevonden als in hoofdstuk 2 is weergegeven. Bij een berekening met *gemiddelde* mycotoxinegehalten van de grondstoffen zijn er voor biologisch mengvoer geen overschrijdingen van de nieuwe norm. De berekening met *maximum* mycotoxinegehalten van de grondstoffen laat zien dat de norm bij bijna alle voersoorten overschreden wordt wat betreft de mycotoxinen DON en ZEN. Bij biologisch vleesvarkensvoer is er geen overschrijding van de ZEN-norm, wel een overschrijding van de norm voor DON. Bij een rantsoen voor biologische vleesvarkens met mengvoer en maïskuil is er sprake van een overschrijding van de norm voor ZEN.

In de onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven van de berekende mycotoxinenopnamen via biologisch mengvoer en de maximale hoeveelheden mycotoxinen indien aan de nieuwe normen wordt voldaan.

Tabel 14 Berekende mycotoxinegehalten in biologisch mengvoer en de toegestane hoeveelheden indien aan de nieuwe Nederlandse norm wordt voldaan (μg /rantsoen)

	Biggen- korrel	Speenvoer	Voer voor lacterende zeugen	Voer voor dragende zeugen	Startvoer	Vlees- varkensvoer	Opfokvoer
Norm voor DON	804	282	5710	2622	1504	2392	1764
Maximum- gehalten in voer	1546	564	13521	6390	2781	4016	3461
Gemiddelde gehalten in voer	119	52	772	347	191	230	265
Norm voor ZEN	80	28	1428	656	376	598	441
Maximum- gehalten in voer	404	157	2181	932	577	598	909
Gemiddelde gehalten in voer	80	7	137	61	35	38	54

5.2 Effect gebruik meer ruwvoer

In verband met kostenefficiëntie verwachten we dat biologische dragende zeugen en biggen in de toekomst meer ruwvoer in het rantsoen krijgen. Uit berekeningen op basis van de gemiddelde gehalten aan mycotoxinen, blijkt dat met betrekking tot mycotoxinen er geen beperking is voor het verstrekken van hoeveelheden ruwvoer voor dragende zeugen. De in de literatuur gevonden besmetting van ruwvoer is dusdanig laag dat er geen gevaar is voor nadelige gevolgen. De normen gelden per gram rantsoen. Indien er veel grammen voer bijkomen (hier stro) met een lage besmetting, wordt het gehalte per gram rantsoen lager, waardoor de kans op overschrijding van de norm kleiner wordt. De gehalten zijn vergeleken met de toekomstige Nederlandse grenswaarden.

Bij de biggen luidt het advies om minder dan 23 gram maïs te voeren per dag. Boven de 23 gram wordt de grenswaarde voor ZEN overschreden. Het voeren van hooi en graskuil aan biggen kent geen beperking voor het overschrijden van de grenswaarden van DON en ZEN.

5.3 Klimaat

Aanwezigheid van *Fusarium* (de schimmel die mycotoxinen kan produceren) in de gewassen is vooral afhankelijk van het weer. Ook al is veel *Fusarium* aanwezig in de grond, dan nog kunnen de gevolgen beperkt zijn als er tijdens de bloei geen regenperiode is. Het weer beïnvloedt verschillende delen van de infectiecyclus van *Fusarium spp.* (Parry et al., 1995):

- Een warme, droge grond tijdens de eerste periode van het groeiseizoen bevordert de ontwikkeling van voetrot en de productie van *Fusarium* aan het begin van de stam van het gewas. (N.B. Stress (hier warm en droog) zorgt voor een zwakkere plant waardoor *Fusarium* eerder een negatief effect kan hebben).
- Tijdens de bloei is het gewas het meest vatbaar voor *Fusarium*. Veel regen, maar ook wind, kunnen tijdens die periode het *Fusarium* verspreiden naar de meest vatbare plaatsen.
- Aanhoudende perioden van warme vochtige condities zijn bevorderlijk voor het infecteren van gewassen met *Fusarium spp.* Studies bij een aantal soorten *Fusarium* toonden aan dat temperaturen boven 15 °C en natte perioden van tenminste 24 uur nodig zijn voor een optimale infectie van wintertarwe met *Fusarium* (naar Meekes en Köhl, 2002).

Het KNMI (NOP, 2001) voorspelt voor Nederland in de rest van de 21^e eeuw een aantal klimaatsveranderingen:

- Stijging van de temperatuur (gemiddelde schatting +2 °C).
- Verkorting van de duur van strenge winters.
- Meer neerslag in de winter met toename van enkele procenten per graad warmer.
- Intensievere regen in situaties met langdurige hevige winterneerslag.
- Zwaardere buien in de zomer.

Zwaardere buien in de zomer (dus grotere kans op grotere hoeveelheden regen tijdens de bloei) en hogere temperaturen kunnen aanleiding zijn voor meer *Fusarium*infecties van de gewassen. Hierdoor wordt de kans ook groter op mycotoxinenproductie bij die gewassen.

5.4 Resistentie en teelt

Resistentie voor *Fusarium* en ander ziekten zijn overerfbaar in hoeveelheid (er is geen sprake van wel of niet resistent, maar van een beetje of veel resistentie). Er kan een onderscheid worden gemaakt tussen 'vatbare' planten en minder 'vatbare' planten. Selectie op deze rassen is mogelijk, maar wordt bemoeilijkt door de invloed van plaats en jaar op het tonen van de vatbaarheid voor *Fusarium*. Veel onderzoek is nodig om de juiste rassen te selecteren. We verwachten dat het toepassen van verbeterde analysemethoden voor mycotoxinen, verbeterde selectiemethoden en gentechnologie kunnen bijdragen aan het sneller vinden van resistentere gewassen (Miedaner, 2003 en Nicholson et al., 2003).

Op dit moment is bij graanproducenten bekend welke gewassen duidelijk gevoeliger zijn voor mycotoxinen. Een eerste stap naar gewassen met minder mycotoxinen is reeds gezet; de graanproducenten wordt afgeraden om bepaalde rassen te telen.

*Fusarium*infecties kunnen beperkt worden door juiste gewasrotaties en juiste grondbewerkingen. Graanteelt na maïsteelt, beperkte gewasrotatie of het achterwege laten van gewasrotatie laten een toename zien van *Fusarium* in de grond of op het achtergebleven gewas. Maïs verteert minder goed, waardoor *Fusarium* de winter kan overleven. Andere gewassen verteren sneller, waardoor de *Fusarium* minder bescherming heeft tegen de winterse omstandigheden. Hier is dus minder kans op overleving van *Fusarium*. Door gewassen onder te ploegen zijn er minder plantresten, waardoor de kans op besmetting met *Fusarium* beperkt wordt (Meekes and Köhl, 2002).

5.5 100 % biologisch voer

Vermoedelijk wordt in 2005 de eis van kracht dat alle grondstoffen in het biologisch voer biologisch geteeld moeten zijn. Op dit moment is dat nog 80 %. Er lijkt vooral een regionaal tekort te zijn aan biologisch geteelde

eiwitbronnen. Eiwitrijke producten zijn onder andere lupinen, erwten, quinoa en veldbonen. Van enkele van deze gewassen is niet of zeer weinig bekend over de mycotoxinegehalten.

We verwachten dat het percentage sojaproducten in het mengvoer toeneemt. Met een gemiddeld gehalte aan ZEN van 88,2 µg/kg bij sojaschilfers kan een aanzienlijke verhoging van het aandeel sojaschilfers leiden tot overschrijding van de grenswaarden. In sojaschroot zit, na sojahullen (294 µg/kg) en mais (88,4 µg/kg), het hoogste gemiddelde gehalte aan ZEN.

6 Discussie en conclusies

Aan de hand van literatuur en met behulp van kennis over opgenomen voergrondstoffen, ruwvoer en stro is een modelmatige berekening gemaakt van de opname van DON, ZEN en T-2 door biologische varkens nu en in de toekomst. Vervolgens is bepaald of de gevonden waarden de normen of grenswaarden overschrijden. Ook de gevolgen van toekomstige veranderingen zijn beschreven.

6.1 Effecten van DON, ZEN en T-2 op de diergezondheid

Hoewel al veel bekend is over de gevolgen van mycotoxinen op de diergezondheid, zijn er ook nog veel hiaten; zoals de onbekendheid van de aanwezigheid van andere mycotoxinen bij het bepalen van de effecten van één mycotoxine. De kennis over de invloed van interacties in de praktijk is beperkt en is mogelijk voor elke combinatie van mycotoxinen anders. Daarnaast wordt in het aangeboden voer alleen de mycotoxine in zuivere vorm gemeten. Volgens Veldman (2003b) is ook aan glucoside gebonden ZEN toxisch. In het darmkanaal ontstaat namelijk vrij ZEN. In een proef kan daardoor sprake zijn van een overschatting van het effect van een bepaalde hoeveelheid ZEN.

Over de gevolgen van langdurige blootstelling aan (combinaties van) mycotoxinen is weinig bekend, evenals over de invloed van intoxicatie op de nakomelingen van de dieren. Ook is een vertragend effect van blootstelling niet uit te sluiten, omdat we vermoeden dat er ophoping in het vet van ZEN-metabolieten kan plaatsvinden. Hiernaar heeft nog geen onderzoek plaatsgevonden. Lusky et al (1997) toonden bij concentraties van 250 microgram/kilogram voer geen ZEN aan in de lever, nieren, spierweefsel en vet. Bij hogere concentraties (40.000 microgram/kilogram voer) werd ZEN en een ZEN-metabooliet wel teruggevonden in de lever (James and Smith, 1982). In de gal is ZEN teruggevonden bij het verstrekken van voer met 50 microgram/kilogram voer gedurende 3 weken (Bauer, 1986 in Veldman, 2003b). In de praktijk kan het varken vaak langdurig blootstaan aan voer met hogere mycotoxinegehalten zonder dat de gevolgen zichtbaar zijn. Ook lijken de gevolgen voor de nakomelingen van varkens die de vermoedelijke gevolgen vertonen van mycotoxinen-intoxicaties, verstrekkend te zijn (onvruchtbare gelten).

Tevens ontbreekt een duidelijk beeld van de gevolgen van de mycotoxinenbelasting van varkens, de invloed van strostof met mycotoxinen op de diergezondheid en het voorkomen van mycotoxinen in stro en ruwvoer en directe methoden om intoxicatie als gevolg van mycotoxinen aan te tonen.

Aan DON en T-2 worden veelal effecten toegeschreven die veroorzaakt kunnen worden door de groep mycotoxinen waartoe DON en T-2 behoren, respectievelijk tot trichothecenen groep B en groep A.

Toekomstig onderzoek moet zich richten op de effecten van verschillende blootstellingen, leeftijden van het dier, dosering en combinatie van mycotoxinen onder Nederlandse omstandigheden.

6.2 Bepaling mycotoxinenbelasting biologische varkens

In deze studie is nadrukkelijk sprake van een berekende mycotoxinenbelasting van biologische varkens. Op dit moment is er nog geen sprake van een duidelijke diagnostische methode om de belasting van varkens in het varken zelf te kunnen meten. In deze studie is geprobeerd om de mycotoxinenbelasting te benaderen door de gehalten aan mycotoxinen in grondstoffen in een rantsoen te sommeren. De gehalten zijn berekend door van alle onderzoeken een gewogen gemiddelde te bepalen (gemiddelde mycotoxinegehalten) of door alle maximumgehalten te middelen (maximum mycotoxinegehalten). Bij het gewogen gemiddelde zijn alle monsters meegenomen. Een maximumgehalte is één waarde per onderzoek. Bij gewassen waarbij de gehalten gebaseerd zijn op een of enkele onderzoeken is het maximumgehalte gebaseerd op slechts een of een enkel monster. De uitkomst van deze modelberekeningen geven een mogelijke indicatie van de mycotoxinenbelasting van het biologische varken en mogen we niet te absoluut beoordelen. Wel kunnen mogelijke knelpunten naar voren worden gebracht door deze benadering.

Grondstoffen en het voorkomen van DON, ZEN en T-2

De grondstofsamenstellingen zijn bepaald door van drie mengvoederproducenten per voeder de grootste gemene deler te nemen. Hierdoor ontstonden fictieve voeders, die niet zijn terug te vinden in de praktijk. Het voer is niet altijd 100 % voorzien van grondstoffen; een aantal producten werd door één producent toegevoegd aan het rantsoen. Van deze grondstoffen waren niet altijd de mycotoxinegehalten bekend. Een onderschatting van de mycotoxinenbelasting van het varken is te verwachten doordat de mycotoxinegehalten bekend zijn van maximaal 84 % van de hoeveelheid dagelijks te verstrekken voer. De biologische mengvoederindustrie zou

mycotoxinegehalten moeten toevoegen aan de grondstoffentabel. Niet bekend zijn de gehalten van mycotoxinen in biologisch geteelde grondstoffen. Deze lijken lager, omdat bij biologische teelten het voorgewas gunstiger is, er meer vruchtwisseling plaatsvindt en men vaker meer resistente rassen gebruikt.

Voor de berekeningen hebben we gebruik moeten maken van de gegevens uit de gangbare teelten. Om meer inzicht te krijgen in de biologische teelten en de verschillen tussen op biologische en op gangbare wijze geteelde producten is het aan te bevelen om in de praktijk de gehalten van de grondstoffen te bepalen. Omdat klimaat, grondsoort en bodemgebruik veel invloed hebben op de gehalten is het noodzakelijk om veel percelen over het gehele land te bemonsteren. Alleen op die manier kunnen we een indruk krijgen van de verschillen in gehalten tussen grondstoffen die op biologische of op gangbare wijze geteeld zijn.

De gemiddelde gehalten waarmee gerekend is zijn gewogen gemiddelden. Het merendeel van de gegevens is afkomstig uit de buitenlandse literatuur en met name van monsters uit de jaren 1986 tot 2000. In de Noord-Europese landen zijn problemen met Fusariumbesmettingen ontstaan na 1997-1998 (Fink-Gremmels, 1999). De meeste literatuur geeft dus niet de huidige situatie weer. De gemiddelde waarden liggen de laatste jaren waarschijnlijk hoger dan de gemiddelden waarden waarmee in dit onderzoek is gewerkt. Afwijkend van de lijn der verwachting is 2003. De verwachting voor 2003 is dat er weinig besmette percelen zijn door de optimale weersomstandigheden (droog tijdens de bloei). Hierdoor verwachten we dat de mycotoxinegehalten in 2003 laag zijn. Monitoring van mycotoxinen in grondstoffen is aan te bevelen. Op die manier kunnen we met modellen een inschatting maken van de mycotoxinenbelasting van het varken. Veldman (2003a) beveelt in zijn rapport een Europees "early warning systeem" aan voor granen voor een inschatting van het risico op mycotoxinen in de grondstoffen.

Van maximaal 84 % van de grondstoffen is bekend wat de gemiddelde gehalten aan aanwezige mycotoxinen zijn. Maar er zijn bijvoorbeeld nog geen gehalten bekend van bietenpulp, getoaste sojabonen en aardappelwit.

Hierdoor kan een onderschatting ontstaan van de mycotoxinenbelasting van het varken.

Voor de grondstof sojaschilfers is de waarde genomen van sojaschroot. Verwacht wordt dat de gehalten in sojaschilfers lager zijn dan de gehalten van sojaschroot, doordat in sojaschroot verhoudingsgewijs minder vet aanwezig is. De olie is er dus meer uitgeperst, waardoor het kafee om de soja verhoudingsgewijs groter is. Er kan sprake zijn van een overschatting van de gehalten.

Inschatting opname DON, ZEN en T-2 en vergelijking met de limietwaarden

De geschatte opnames van DON, ZEN en T-2 in het rantsoen zijn vergeleken met de limietwaarden die vastgelegd zijn in wet- en regelgeving, normen of in aanbevelingen.

De mycotoxinegehalten zijn vergeleken met de Nederlandse norm voor DON, de GE-waarden voor DON, ZEN en T-2 zoals weergegeven is in het onderzoek van Veldman (2003b), de Duitse oriëntatiewaarden voor DON en ZEN en de regelgeving van de Food and Drug Administration (FDA).

Het overschrijden van de GE-waarden voor DON kan mogelijk leiden tot verminderde gezondheid van vleesvarkens, biggen en gespeende biggen zoals slechte groei, verminderde voeropname, lagere voerefficiëntie en zelfs gebreken aan het immuunsysteem. De economische schade kan door een dergelijke besmetting aanzienlijk zijn door de verhoogde voerkosten en mogelijk meer kosten voor de diergezondheid.

Overschrijding van de normen voor ZEN kan leiden tot grote gevolgen voor de vruchtbaarheid bij de zeugen en beren. De nakomelingen van de zeugen kunnen zwak zijn als gevolg van een hoog gehalte aan ZEN. De GE-waarde voor biggen lijkt niet overschreden te worden. De GE-waarde van de biggen is echter hoog doordat deze waarde de laagst bestudeerde concentratie is. Er kan dus sprake zijn dat er wel degelijk effect is bij de biggen door te hoge mycotoxinegehalten, maar dat is niet in de literatuur terug te vinden.

De verwachting was dat de hoeveelheid stro verstrekt aan biologische varkens als ruwvoer of als ligbed, zou leiden tot hoge gehalten aan T-2. De beperkte hoeveelheid informatie over T-2 in onder andere stro maakt het echter moeilijk om hierover uitspraken te doen. Op basis van de informatie die voor handen is kunnen we concluderen dat er voor T-2 geen overschrijdingen zijn van de normen of regelgeving. Onderzoek naar inname van T-2 via de longen kan mogelijk bijdragen aan de discussie over de risico's van stro in verband met opname van mycotoxinen.

De berekende maximum mycotoxinegehalten overschrijden zeer frequent de limietwaarden. Hoe groot de kans is dat maximumgehalten in het voerrantsoen aanwezig zijn, is onbekend. De gehalten overschrijden echter de norm met soms wel 100 %. De aanzienlijke technische en financiële gevolgen moeten genoeg aanleiding zijn om grondstoffen te monitoren voordat het verwerkt wordt in het mengvoer.

Rantsoenen aangevuld met ruwvoer geven voor de berekende *gemiddelde* gehalten mycotoxinen geen ander beeld dan het rantsoen zonder ruwvoer. Er zijn geen overschrijdingen van de limietwaarden.

Ook berekende maximumgehalten van de rantsoenen met ruwvoer geven geen ander beeld dan de rantsoenen zonder ruwvoer. Bij het rantsoen voor vleesvarkens is er normaliter (net) geen sprake van overschrijding van de normen voor ZEN, echter afwijkend is het rantsoen met mengvoer en maïskuil. De GE-waarden worden licht overschreden bij het rantsoen voor vleesvarkens waar maïskuil wordt bijgevoerd.

In het algemeen is het opvallend dat mengvoer in combinatie met maïskuil de hoogste gehalten aan mycotoxinen bereikt. Hieruit kunnen we concluderen dat maïskuil een verhoogd risico geeft op negatieve effecten door de hoge gehalten mycotoxinen. Aanbevolen wordt dan ook om de maïskuil te laten analyseren op mycotoxinen. Let er dan wel op dat er voldoende monsters worden genomen van de maïskuil.

Onderzoek naar de gehalten aan mycotoxinen in ruwvoer verdient sterk de aanbeveling. Kennis van de gehalten in het ruwvoer in de praktijk is zeer beperkt aanwezig. Daarnaast is de kennis van de gehalten in Nederland nog beperkter. We zien dan ook grove schattingen waarbij de gehalten voor stro, hooi en kuil van dezelfde orde zijn. Monitoring van kuil op mycotoxinen kan plaatsvinden bij organisaties die de kuil analyseren op voederwaarde. Op die wijze wordt op een snelle manier een indruk verkregen van de mycotoxinegehalten in het Nederlandse ruwvoer.

6.3 Verschillen in risico's voor mycotoxinen in gangbare en biologische teelten

We kunnen geen eenduidige conclusie trekken over het verschil in mycotoxinen in biologisch geteelde granen en gangbaar geteelde granen. Het lijkt erop dat biologisch geteelde gewassen in ieder geval niet meer en vaker mycotoxinen bevatten dan gangbaar geteelde granen. Het FAO rapport "Food safety as affected by organic farming" (2000) zegt hierover dan ook dat op basis van verschillende studies niet geconcludeerd kan worden dat biologische teelten leiden tot een toegenomen risico voor mycotoxine besmetting. Meer en langlopende onderzoeken waarbij de overige omstandigheden gelijk zijn kunnen mogelijk meer inzicht geven in deze problematiek.

Toekomst

In dit rapport is een beeld geschetst van de invloed van een aantal veranderingen in de toekomst:

- Nieuwe normen voor DON en ZEN in het Nederlandse diervoeder
- Toename van meer ruwvoer in het rantsoen van dragende zeugen en biggen
- Klimaatsveranderingen
- Gewasresistentie en het toepassen van de juiste teelttechnieken
- 100 % biologisch voer

De nieuwe Nederlandse norm voor mycotoxinen lijkt op de GE-waarden en de Duitse oriëntatiewaarden. Opvallend is de lage norm voor ZEN voor biggen. Mogelijk heeft dit te maken met de grote economische gevolgen van mycotoxicose bij een big voor fokdoeleinden. Slechte vruchtbaarheid wordt pas na de opfok opgemerkt. Versnelde afvoer van dergelijke zeugen kost een gangbaar bedrijf per zeug ongeveer € 190,-. Zoals eerder gemeld verdient het de aanbeveling om vóór het bepalen van de mengvoersamenstelling de grondstoffen te analyseren en het gehalte van het toekomstige rantsoen te berekenen voordat het mengvoer wordt geproduceerd. Ook blijkt uit de berekening weer de invloed van maïskuil op de gehalten aan ZEN in het rantsoen. Vóór het voeren van maïskuil is het verstandig om de kuil te laten analyseren op aanwezigheid van mycotoxinen.

Het voeren van meer ruwvoer bij dragende zeugen heeft geen nadelige gevolgen. Bij verdubbeling van het ruwvoerrantsoen lijkt er nog steeds geen sprake te zijn van enige overschrijding van de normen. Het bijvoeren van biggen met maïskuil is niet aan te raden. De toekomstige Nederlandse grenswaarden voor ZEN worden al bij meer dan 23 gram voer overschreden. Het voeren van hooi en graskuil lijkt geen problemen op te leveren. Een kanttekening hierbij is dat, zoals hierboven beschreven, de berekeningen zijn gedaan op basis van een zeer beperkt aantal gegevens over mycotoxinegehalten in ruwvoer. Het is goed mogelijk dat deze berekeningen geen juiste indruk geven van de Nederlandse praktijk.

Het klimaat kan mogelijk aanleiding zijn tot hogere gehalten aan mycotoxinen in het voer. Om de stijging van de gehalten te beperken kunnen we in de toekomst waarschijnlijk gebruik maken van meer resistente gewassen en meer kennis over het beperken van Fusariuminfecties. Voorlichting over de gevaren van mycotoxinen door de gehele keten en de mogelijkheden om de infecties te beperken door de akkerbouwer kunnen bijdragen aan lagere mycotoxinegehalten in de Nederlandse granen.

Voor volledig biologisch voer lijkt het verkrijgen van biologisch geteelde eiwitbronnen een knelpunt te zijn. We verwachten dat er meer sojaschilfers in het rantsoen komen. Door de hoge gehalten aan ZEN in sojaproducten kan een hoger percentage sojaproducten leiden tot overschrijding van de normen.

Tot slot volgen hieronder de conclusies en discussiepunten op een rij:

- Mycotoxinen hebben een negatieve invloed op de diergezondheid, de voerefficiëntie, fertiliteit en het immuunsysteem.
- De effecten zijn afhankelijk van het type mycotoxine, de duur van blootstelling, leeftijd van het dier en dosering van het mycotoxine.
- Bij het bepalen van de mycotoxinenbelasting van biologische varkens is er onduidelijkheid over de gehalten aan mycotoxinen in alle biologische grondstoffen en ruwvoerders. Daarnaast is de bepaling van de mycotoxinenbelasting een modelmatige berekening.
- Bij berekende *gemiddelde* mycotoxinegehalten wordt in de biologische varkenshouderij met en zonder ruwvoer geen van de limietwaarden overschreden. Indien we rekenen met de maximum mycotoxinegehalten, worden veelal de GE-waarden (geen effect waarden) en de Duitse oriëntatiewaarden overschreden.
- De gehalten aan T-2 in het voer overschrijden geen enkele norm of regelgeving.
- De berekende mycotoxinenbelasting van het varken is het hoogst bij mengvoer aangevuld met maïskuil.
- De maximumgehalten worden in de praktijk waarschijnlijk weinig frequent bereikt.
- Het analyseren van de maïskuil is aan te bevelen.
- De biologisch geteelde gewassen lijken niet meer en vaker mycotoxinen te bevatten dan gangbaar geteelde gewassen.
- De nieuwe Nederlandse norm voor DON en ZEN wordt alleen overschreden als we rekenen met de maximumgehalten. Waarschijnlijk komt een overschrijding van de norm incidenteel voor.
- Het voeren van meer ruwvoer aan zeugen heeft geen invloed op de gehalten aan mycotoxinen in het rantsoen.
- Bij het voeren van maïskuil aan biggen worden de nieuwe Nederlandse grenswaarden snel overschreden.
- Als in de toekomst het klimaat verandert, waardoor in het zomerseizoen meer neerslag wordt verwacht, kan dit aanleiding zijn tot hogere gehalten aan mycotoxinen in het voer.
- Mycotoxinegehalten kunnen beperkt worden door het inzetten van meer resistente gewassen en door het opvolgen van correcte teeltmaatregelen.
- Indien 100 % biologisch varkensvoer verplicht wordt, is de verwachting dat men hogere percentages sojaproducten in het mengvoer verwerkt. Door de hoge gehalten ZEN in de sojaproducten kan de limietwaarde voor ZEN overschreden worden.

Aanbevelingen voor onderzoek:

- Het is zinvol om het onderzoek te richten op de effecten van verschillende typen mycotoxinen op de verschillende niveau's van blootstellingen, leeftijden van het dier, dosering en op de combinatie van mycotoxinen onder Nederlandse omstandigheden.
- Onderzoek naar het voorkomen van T-2 in grondstoffen en ruwvoerders en de gevolgen ervan op de varkensgezondheid kan beter bijdragen aan het bepalen van de mycotoxinenbelasting van (biologische) varkens.
- Om meer inzicht te krijgen in de biologische teelten en de verschillen tussen biologisch en gangbaar geteelde producten is het aan te bevelen om in de praktijk de gehalten van de grondstoffen te bepalen. Omdat klimaat, grondsoort en bodemgebruik veel invloed hebben op de gehalten, is het noodzakelijk om veel percelen over het gehele land te bemonsteren. Alleen op die manier kunnen we een indruk krijgen over de verschillen in gehalten tussen grondstoffen die op biologische of op gangbare wijze geteeld zijn.
- De berekening is modelmatig; ieder jaar heeft zijn eigen hoogte van risico. Eigenlijk moet jaarlijks het risico ingeschat worden (frequente monsternames) en vervolgens berekeningen uitgevoerd moeten worden voor het bepalen van het rantsoen om te hoge gehalten te beperken. Snelle implementatie van een dergelijk systeem verdient de aanbeveling.
- Onderzoek naar de gehalten aan mycotoxinen in ruwvoer (onder andere T-2 in stro) verdient sterk de aanbeveling. Hierover zijn weinig gegevens voor handen. Monitoring van bijvoorbeeld maïskuil op mycotoxinen kan plaatsvinden bij organisaties die de kuil analyseren op voederwaarde.
- Bij de voersamenstelling van mengvoer moeten we terdege rekening houden met de grondstoffen en de mogelijke mycotoxinegehalten; analyseer de grondstoffen (met het early warning systeem) en bereken het gehalte van het toekomstige rantsoen met behulp van een model voordat het mengvoer wordt geproduceerd.
- Langlopende onderzoeken naar de verschillen in mycotoxinegehalten tussen op biologische wijze en op gangbare wijze geteelde granen, waarbij de omstandigheden gelijk zijn, kunnen mogelijk meer inzicht geven in deze problematiek.
- Goede voorlichting aan de producenten van granen over de gevolgen van mycotoxinen voor de diergezondheid en voorlichting over technieken ter preventie van Fusariuminfecties kunnen bijdragen aan het voorkomen of beperken van verschijnselen bij het varken die veroorzaakt worden door mycotoxinen.

7 Praktijktoepping en aanbevelingen vervolgonderzoek

- Bepaal in ieder geval voor het verstrekken van maïskuil het gehalte aan DON en ZEN.
- Voer geen maïskuil aan biggen, het risico op overschrijding van de normen is dan groot.
- Het verdient de aanbeveling om voor de productie van mengvoer de grondstoffen te analyseren en het gehalte aan mycotoxinen van het toekomstige rantsoen te berekenen voordat het mengvoer wordt geproduceerd.
- Goede voorlichting aan de producenten van granen over de gevolgen van mycotoxinen bij de gebruikers en voorlichting over technieken ter preventie van Fusariuminfecties, kunnen bijdragen aan het voorkomen of beperken mycotoxicose bij het varken.

Literatuur

Betina, V., 1989. Mycotoxin. Chemical, biological and environmental aspects. Elsevier, Amsterdam, ISBN 0444988858.

Berleth, M., F. Backes und J. Krämer, 1998. Schimmelpilzspectrum und Mykotoxine (Deoxynivalenol und Ochratoxin A) in Getreideproben aus ökologischem und intergriertem Anbau. Agribiological Research: 51, 369-376.

Birzele, B., A. Meier, H. Hindorf., J. Krämer and H.-W. Dehne, 2002. Epidemiology of Fusarium infection and deoxynivalenol content in winter wheat in the Rhineland, Germany. European Journal of Plant Pathology 108: 667-673.

Chang, K., H.J. Kurtz, C.J. Mirocha, 1979. Uit : Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals van H.S. Hussein en J.M. Brasel. Toxicology: 167, 101-134 (2001).

Dänicke, S., H. Valenta, und K-H. Ueberschar, 2000. Risikoabschätzung und Vermeidungsstrategien bei der Fütterung. In: Risicofactoren für die Fusariumtoxinbildung und Vermeidungsstrategien bei der Futtermittelerzeugung und Fütterung. Landbauforschung Völkenrode 216, 35-138.

Diekman, M.A. and M.L. Green, 1992. Reproduction in domestic livestock. Journal of Animal Science:70, 1615-1627.

Döll, S., H. Valenta, S. Danicke and G. Flachowsky, 2002. Fusarium mycotoxines in conventionally and organic grown grain from Thuringia/Germany. Landbauforschung Völkenrode 52, 91-96.

Driehuis, F. en M.C. te Giffel, 2003. Mycotoxinen en melkvee: een integrale ketenstudie naar mycotoxinen in voeders voor melkvee en de effecten op diergezondheid en melkqualiteit. Deel 1: Mycotoxinen in voeders geproduceerd en opgeslagen op het melkveebedrijf. NIZO-rapport E 2003/50. NIZO food research Ede.

FAO, 2000. Food safety and quality as affected by organic farming. Twenty second FAO regional conference for Europe. Porto, Portugal, 24-28 July, 2000. (www.fao.org)

FDA, Food and Drug Administration, United States, 2001. Fumonisin Levels in Human Foods and Animal Feeds. Guidance for Industry. (<http://vm/cfsan.fda.gov/dms/fumongu2.html>)

Fink-Gremmels, J., 1999. Mycotoxins: Their implications for human and animal health. The Veterinary Quarterly: 21, 115-120

Fink-Gremmels, J., 2003. Persoonlijke mededeling

James, L.J. and T.K. Smith, 1982. Effect of dietary alfalfa on zearalenone toxicity and metabolism in rats and swine. Journal of Animal Science: 55, 110-118.

Kloet, D.G., L.W.M. van Raamsdonk, E.J. de Waal, W.A. Traag, H.A. Kuiper en B. Schat, 2002. Mycotoxinen in de dierlijke productieketen. Rikilt Rapport 2002.018. Rijks- Kwaliteitsinstituut voor land- en tuinbouwproducten, Wageningen.

Van Krimpen, 2003. Persoonlijke mededeling

Lusky, K., D. Tesch, R. Göbel und W. Haider, 1997. Gleichzeitige Verabreichung der Mykotoxine Ochratoxine A und Zearalenon über das Futter an Schweine- Einfluss auf Tiergesundheit und Rückstandsverhalten. Rierärztliche Umschau: 52, 212-221.

Meekes, E.T.M. and J. Köhl, 2002. Risk factors in Fusarium head blight epidemics. In: Food safety of cereals: A chain-wide approach to reduce Fusarium Mycotoxins van O.E. Scholten, P. Ruckebauer, A. Visconti, W.A. van Osenbruggen & A.P.M. den Nijs een rapport ten behoeve van het project EU FAIR-CT98-4094. 9ook op <http://www.mycotochain.org>

D'Mello, J.P.F., C.M. Placinta and A.M.C. Macdonald, 1999. Fusarium mycotoxins: a review of global implications for animal health, welfare and productivity. *Animal Feed Science and Technology*: 80, 183-205.

Miedaner, T., 2003. Plant breeding as a tool to prevent mycotoxins. In: Abstract of lectures and posters of The second World Mycotoxin Forum, 17-18 february 2003, Noordwijk, The Netherlands.

Müller, H.M., J. Reimann, U. Schumacher and K. Schwadorf, 1998. Natural occurrence of Fusarium toxins in oats harvested during five years in an area of southwest Germany.

Nicholson, P., N. Gosman, R. Draeger and A. Steed, 2003. Fighting mycotoxin producing fungi in the field. In: Abstract of lectures and posters of The second World Mycotoxin Forum, 17-18 february 2003, Noordwijk, The Netherlands.

De Nijs, M., P. Soentoro, E. Delfgou-van Asch, H. Kamphuis, F.M. Rombouts and S.H.W. Notermans, 1996. Fungal infection and presence of deoxynivalenol and zearalenon in cereals grown in The Netherlands. *Journal of Food Protection*: 59, 772-777.

NOP, 2001. NOP factsheet 1, bijgewerkt 2001. Nationaal Onderzoek Programma Mondiale Luchtverontreiniging en Klimaatverandering te Bilthoven. (www.knmi.nl/voorklimaat/factsheet1.html)

Oldenburg, E., H. Valenta, Ch. Sator, 2000. Risikoabschätzung und Vermeidungsstrategien bei der Futtermittelerzeugung. *Landbauforschung Völkenrode* 216, 5-34.

Parry, D.W., P. Jenkinson and L. McLeod, 1995. Fusarium ear blight in small grain cereals- a review. *Plant Pathology*: 44, 207-238.

Pascale, M., A. de Girolamo, A. Visconti, D. Pancaldi, 2000. Investigation on the occurrence of deoxynivalenol in cereals from Northern Italy in 1998. *Informatore Fitopatologico*: 50, 68-73.

PDV, 2000. Normstelling DON in graanproducten. Den Haag, 13 juni 2000.

Pohland, A.E., 1993. Mycotoxins in review. *Food additives and Contaminants*: 10, 17-28.

Price, W.D., R.A. Lowell, D.G. McChensney, 1993. Naturally occurring toxins in feedstuffs: Center for Veterinary Medicine perspective. *Journal of Animal Science*: 71, 2556-2562.

Prokinova, E., J. Kazda, J. Petr, G. Altmanova, 2000. Health conditions of winter wheat in conventional and ecological farming. *Scientia Agriculturae Bohemica*: 31, 25-40.

Riley, R.T., 1998. Mechanistic interactions of mycotoxins: Theoretical considerations. In: *Mycotoxins in Agriculture and Food Safety*. Editors: K.K. Sinhaad and D. Bhatnagar. Marcel Dekker, Inc. New York, Basel, Hong Kong.

Schollenberger, M., H.T. Jara, S. Suchy, W. Drochner, H.M. Müller, 2002. Fusarium toxins in wheat flour collected in an area in southwest Germany. *International Journal of Food Microbiology*: 72, 85-89.

www.skal.nl

Smiley, R.W., H.P. Collins and P.E. Rasmussen, 1996. Diseases of wheat in long-term agronomic experiments at Pendleton, Oregon. *Plant Disease*: 80, 813-820.

Stoev, S.D., D. Goundasheva, T. Mirtcheva and P.G. Mantle, 2000. Susceptibility to secondary bacterial infections in growing pigs as an early response in ochratoxicosis. *Experimental Toxicology and Pathology*: 52, 287-296.

Veldman, B., 2003a. Deskstudie naar de aanwezigheid en detectie van mycotoxinen in diervoedergrondstoffen. Rapport van De Schothorst. Stichting Instituut voor de Veevoeding. V&K-03-04.

Veldman, B., 2003b. Mycotoxinen: de belasting van éénmagige landbouwhuisdieren en de overdracht naar het dierlijk product. Een deskstudie. Rapport van De Schothorst. Stichting Instituut voor de Veevoeding. V&K-03-06.