Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 87 (1996)

Heft: 5

Artikel: Deoxynivalenol, Zearalenon und Ochratoxin A in Weizen aus dem Kanton Basel-Landschaft = Deoxynivalenole, zearalenone and ochratoxin A in wheat from Canton Basel-Landschaft

Autor: Noser, Jürg R. / Wenk, Peter / Sutter, Alfred

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-982089

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **87**, 574–586 (1996)
Eingegangen 14. Mai 1996. Angenommen 7. August 1996

Deoxynivalenol, Zearalenon und Ochratoxin A in Weizen aus dem Kanton Basel-Landschaft

Deoxynivalenole, Zearalenone and Ochratoxin A in wheat from Canton Basel-Landschaft

Key words: Cereals, Wheat, Infestation, Deoxynivalenol, Zearalenone, Ochratoxin A

Jürg R. Noser, Peter Wenk und *Alfred Sutter*
Kantonales Labor Basel-Landschaft, Füllinsdorf

Einleitung

Die Belastung von Getreide durch Mykotoxine gewinnt immer mehr an Aufmerksamkeit. Mykotoxine sind Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen. Sie können Lebensmittel bei deren Erzeugung (z. B. auf dem Getreidefeld) wie auch bei deren Lagerung befallen und so das Getreide bei geeigneten Bedingungen (Luftfeuchtigkeit und Temperatur) mit Mykotoxinen kontaminieren. Von den in unseren Breiten vorkommenden Schimmelpilzen befallen vor allem die *Aspergillus-, Penicillium-* und *Fusarienpilze* das Getreide.

Eine Schimmelpilzgruppe sind die Fusarienpilze. Diese Pilze sind ubiquitär. Sie erzeugen Trichothecene, das ist eine Mykotoxingruppe, die aus über 30 verschiedenen Mykotoxinen besteht. Nicht jeder Fusarienpilz erzeugt alle Trichothecene, einzelne Arten erzeugen je nach Region ein ganz bestimmtes Trichothecen-Spektrum (1, 2). So produzieren z. B. in Japan, Australien und Italien vorkommende Stämme von *Fusarium graminearum* Nivalenol, Fusarenon X und Zearalenon; bei in Nord- und Südamerika vorkommenden Stämmen von *Fusarium graminearum* konnte nie Nivalenol nachgewiesen werden (2).

Über Zearalenon (ZON) und Deoxynivalenol (DON) in österreichischem Getreide berichten *Cvirn* et al. (1). Die Autoren fanden in Getreide bis 8200 µg/kg und in Teigwaren bis 490 µg/kg Deoxynivalenol. Zearalenon enthielt das österreichische Getreide bis 330 µg/kg.

Über Trichothecene in in der Schweiz angebautem Getreide liegen wenige Untersuchungen vor. So berichten *Steiner* et al. (3) über bis zu 800 µg/kg DON

nebst Nivalenol, Fusarenon X und HT-2-Toxin in schweizerischem Getreide und *Bucheli* et al. (4) über bis 500 µg/kg DON in schweizerischem Brotgetreide.

Hohe Zearalenongehalte in Getreide können zu Störungen der Sexualfunktion bei Säugetieren führen. Das Mykotoxin kann einerseits durch Substratverdrängung den Steroidabbau stören, andererseits können die Metaboliten des Zearalenons östrogen wirken. Im Stoffwechsel wird Zearalenon zu α-Zearalenol und β-Zearalenol umgewandelt. Das α-Zearalenol hat eine deutlich höhere Bindungsaffinität zu Östrogenrezeptoren als das ursprüngliche Mykotoxin (5).

Deoxynivalenol, auch Vomitoxin (engl. to vomit = erbrechen) genannt, führt in hohen Konzentrationen im Tierfutter zu Erbrechen oder gar zu Futterverweigerung. Deoxynivalenol hemmt die Proteinsynthese im ribosomalen Bereich. Der «NOEL» (no-observed-effect-level) für DON liegt bei etwa 0,25–0,5 mg/kg Körpergewicht pro Tag. Der NOEL von DON ist somit tiefer als von Zearalenon (ca. 5 mg/kg Körpergewicht) (2).

Aspergillus- und Penicillium-Schimmelpilze können ein leber- und nierenschädigendes Mykotoxin herstellen, das Ochratoxin A. Die Infektion mit den Ochratoxin-A-bildenden Schimmelpilzen erfolgt oft schon auf dem Felde. In deutschem Weizen und Roggen der Ernten 1990 und 1991 wurde Ochratoxin A im unteren µg/kg-Bereich gefunden. Getreidesorten und Getreideprodukte in Deutschland zeigen deutlich höhere Gehalte; über 6% aller Proben enthielten Ochratoxin A im Bereich von 0,1 bis 17,7 µg/kg (7). Auch Getreide vom Schweizer Markt enthielt bis zu 3,8 µg/kg Ochratoxin A (8). Ebenso liess sich das Mykotoxin in verschiedenen anderen Lebensmitteln nachweisen, so u. a. in Bier (9) und Kaffee (10).

Problemstellung

In der Nordwestschweiz ist «Extenso» im Getreideanbau weit verbreitet. «Extenso» bedeutet, dass auf Fungizide verzichtet werden muss. Damit steigt die Gefahr eines Pilzbefalls und damit die Kontaminationsgefahr mit Mykotoxinen für das Getreide. Das in dieser Region am meisten angebaute Getreide ist Weizen.

Ist «Extenso»-Weizen mit Mykotoxinen kontaminiert?

Besteht ein Risiko für die Bevölkerung durch den Konsum von mit Mykotoxinen kontaminierten Weizen?

Um diese Fragen zu beantworten, wurde eine Bestandesaufnahme des im Kanton Basel-Landschaft angebauten Weizens durchgeführt.

In der Schweiz werden 85% einheimisches und 15% importiertes Getreide in Form von Brot («Brotgetreide») konsumiert. Dieses Verhältnis wurde in etwa bei der Probenahme berücksichtigt.

Untersuchungen

Proben

Die Probenehmer erhoben 1993, 1994, 1995 in den Sammelstellen des Kantons Basel-Landschaft in den Erntemonaten Juli bis September je 1 kg frisch geernteten Weizen. Der Weizen war noch nicht gemahlen, nur gereinigt; die Körner enthielten also Keimling und Korn. Die Tabelle 1 gibt die in den Jahren 1993 bis 1995 untersuchten Probenzahlen wieder.

Tabelle 1. Probenzahl von frisch geerntetem Weizen pro Jahr

Jahr	Probenzahl frisch geernteter Weizen aus dem Kanton BL
1993	30
1994	52
1995	95

1995 wurden zusätzlich Proben von Importweizen aus Lagerhäusern im Kanton Basel-Landschaft und von 28 Weizenimporten zwischen Oktober und anfangs Dezember 1995 erhoben.

Materialien

Reagenzien

Acetonitril (versch. Qualitäten), Acetylchlorid, Aktivkohle, Aluminiumoxid, Celite, Ethanol, n-Hexan, Methanol, $NaHCO_3$, Phosphorsäure 85%, TWEEN 20, Deoxynivalenol (Sigma D0156), Ochratoxin A (Sigma 01877), Zearalenon (Sigma Z0167),
ELISA-Test-Kit für die Bestimmung von Deoxynivalenol von Ridascreen (Dispolab, Dielsdorf Art.-Nr.: 2901)
Immunoaffinitätskartuschen für Ochratoxin A (VICAM 13012) und Zearalenon (VICAM 15012)

Geräte

HPLC mit Diodenarray-Detektor und Fluoreszenzdetektor
Mikrotiterplatten-Photometer MR 5000 mit Filter 450 nm und der Software von Dynatech
Supleclean-Kartuschen, Volumen 6 ml (Supelco)

Deoxynivalenol (DON)

1. Bestimmung mit ELISA-Test als Summe von Deoxynivalenol, 3-Acetyl-, 15-Acetyl- und 3,15-Diacetyldeoxynivalenol

20,0 g gemahlene Getreideprobe werden mit 100 ml Extraktionsgemisch 86 Teile Acetonitril + 14 Teile Wasser nanopur (v/v) während 2 h auf der Schüttelmaschine extrahiert. Vom klaren Filtrat werden 1,0 ml entnommen und zur Trockene eingedampft. Mit den Reagenzien aus dem ELISA-Testkit wird der Rückstand während 1 Stunde im Dunkeln acetyliert. Mit Zugabe von Wasser lässt sich die Reaktion stoppen. Die acetylierten Proben werden so verdünnt, dass ein Messbereich von 20 bis 200 µg/kg DON resultiert.

Die weitere Bestimmung erfolgt gemäss Beschreibung des Testkitherstellers.

20 µg/kg DON waren die Nachweisgrenze.

1993 wurden Proben mit mehr als 200 µg/kg DON nicht weiter verdünnt; der Messbereich war 1993 20 bis 200 µg/kg.

Poben mit hohen DON-Gehalten wurden mit HPLC zusätzlich auf DON untersucht.

2. Deoxynivalenol über HPLC; modifiziert nach (11)

Mit 200 ml Gemisch aus 84 Teilen Acetonitril und 16 Teilen Wasser (v/v) wird DON aus 50 g gemahlenem Getreide extrahiert. Nach Filtration entfettet man 25 ml Filtrat mit 50 ml n-Hexan und reinigt über eine Aktivkohle/Aluminiumoxid/Celite-Säule. Diese Reinigung über die Säule entfernt polare Stoffe des Getreides. Das Eluat wird zur Trockene eingedampft, durch azeotrope Destillation mit Ethanol werden Wasserreste entfernt. Den Rückstand verdünnt man mit 25% Methanol in Wasser nanopur auf eine Konzentration von 2,5 g Probe/ml Lösung. Die Bestimmung erfolgt über HPLC auf einer Hypersil ODS 3 µm-Säule (Eluent: 2% Acetonitril, 5% Methanol und 93% Wasser; Fluss 0,6 ml/min) und Detektion bei 224 nm, 235 nm und 213 nm.

Ca. 100 µg/kg beträgt die Nachweisgrenze; bei Zugaben von 1000 und 2000 µg/kg DON zu Proben waren die Wiederfindungsraten > 90%.

Ochratoxin A (OTA); modifiziert nach (12, 13)

Ochratoxin A wird mit 100 ml Gemisch aus 80 Teilen Methanol und 20 Teilen Wasser aus 25 g Getreide extrahiert. Nach dem Zentrifugieren werden 10 ml klare überstehende Lösung mit 10 ml TWEEN-Puffer verdünnt; über die Immunoaffinitätskartusche wird ein Aliquot des verdünnten Probenextraktes filtriert. Das Mykotoxin lässt sich mit Methanol eluieren. Das Mykotoxin wird mit 45% 2M Phosphorsäure und 55% Acetonitril bei einem Fluss von 0,8 ml/Minute auf einer 250 mm langen RP-8-Säule getrennt und mit dem Fluoreszenzdetektor quantifiziert.

Positive Befunde lassen sich über den Ochratoxin-A-Methylester verifizieren. Hierzu wird das Methanoleluat zur Trockene eingedampft und mit 1,0 ml einer

Mischung aus 9 Teilen Methanol und 1 Teil Acetylchlorid versetzt. Während 1 Std. bei 80 °C lässt man reagieren. Danach wird erneut zur Trockene eingedampft und der Rückstand in Eluent für die HPLC gelöst.

Die durchschnittliche Wiederfindungsrate in Weizen bei Zusatz von 1,0 µg/kg OTA beträgt 60 bis 70%, die Nachweisgrenze liegt bei ca. 0,1 µg/kg.

Zearalenon (ZON)

Mit 150 ml Gemisch aus 21 Teilen Acetonitril und 4 Teilen Wasser lässt sich Zearalenon aus 50 g Getreidemehl herauslösen. 15 ml Probenextrakt werden mit Wasser auf 50 ml verdünnt. 15 ml des verdünnten Probenextraktes werden über die entsprechende Immunoaffinitätskartusche filtriert. Nach dem Waschen der Kartusche kann das Mykotoxin mit Acetonitril eluiert werden. Die Bestimmung des Zearalenons erfolgt über HPLC auf einer RP-8-Säule mit UV-Detektion bei 240 nm und 274 nm sowie über Fluoreszenzdetektion. Mit dem Eluenten 45% 2M Phosphorsäure und 55% Acetonitril bei einem Fluss von 0,8 ml/Minute lässt sich Zearalenon von Ochratoxin A bis auf die Basislinie trennen. Die Nachweisgrenze beträgt ca. 5 µg/kg; die Wiederfindungsrate ist ca. 70% für 30 µg/kg Zusatz.

Der Clean up über monoklonale Antikörper liefert saubere Extrakte, der Mykotoxinpeak ist deutlich abgetrennt von Peaks aus der Probenmatrix.

Qualitätssicherung, Methodenvergleich

Deoxynivalenol

Mit der ELISA-Methode erreicht man eine Bestimmungsgrenze von ca. 20 µg/kg DON als Summe aller DON, 3-Acetyl-DON, 15-Acetyl-DON und 3,15-Diacetyl-DON. Bei der HPLC-Methode liegt die Bestimmungsgrenze um 100 µg/kg DON.

Proben mit hohen DON-Gehalten wurden zusätzlich mit HPLC untersucht. Dies erlaubt einen Vergleich von beiden Methoden. Die ELISA-Methode ist eine biochemische Analysenmethode und ist empfindlich auf Störungen aus der Matrix. Die Quantifizierung der ELISA-Resultate ist heikel, da die Kalibrationskurven Korrelationskoeffizienten kleiner 0,9 für die lineare Funktion aufweisen oder gar quadratische Funktionen zeigen. Verschiedene Proben wurden deshalb mit ELISA und mit HPLC bestimmt; einerseits extrahierte man die Proben entsprechend der Vorschrift und arbeitete sie für die Bestimmung auf, andererseits verwendete man die gleichen Acetonitril-Wasser-Extrakte für beide Methoden. In der Tabelle 2 sind einige typische Beispiele des Methodenvergleichs zusammengestellt.

Der ELISA-Test zeigt bei DON-Gehalten über 300 µg/kg zu grosse DON-Gehalte an. Verwendet man den nach der HPLC-Vorschrift aufgearbeiteten Probenextrakt, so werden noch höhere Gehalte erhalten.

Tabelle 2. DON-Gehalte in µg/kg; Methodenvergleich einiger typischer Beispiele

Probenr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
HPLC	280	< 100	100	140	2700	680	160	< 100	220	< 100	220
ELISA	840	60	110	150	5000	1100	330	50	570	50	480
Extrakt	versch.	versch.	versch.	versch.	versch.	versch.	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich
ELISA/ HPLC	3		1,1	1,1	1,9	1,6	2,1		2,6		2,2

Trotzdem liefert der ELISA-Test in der Grössenordnung vergleichbare Resultate, wenn von der HPLC-Methode verschieden extrahiert wird.

Diese Tatsache konnte durch einen Laborvergleich unter 8 Labors (14) und durch Analysen von BCR-Standards bestätigt werden. Die Labors untersuchten acht verschiedene Getreidemehle auf Trichothecene. Der oben beschriebene ELISA-Test lieferte mit GC-MS-Methoden gut vergleichbare Resultate. Einzig bei der Probe mit etwa 4000–5000 µg/kg DON wurde ein viel zu kleiner Gehalt bestimmt.

Eine Weizenprobe aus dem Import hatte gemäss ELISA-Test 2000 bis 5000 µg/kg DON; die gleiche Probe mit HPLC und durch das Bundesamt für Gesundheit untersucht ergab 2200 bis 3800 µg/kg DON.

Beurteilungsgrundlagen und untersuchte Parameter in Getreide

In der Schweiz gibt es weder für Deoxynivalenol noch für Zearalenon oder Ochratoxin A Toleranz- oder Grenzwerte. Ende 1994 legte das Bundesamt für Gesundheitswesen in Bern einen Toleranzwert für Ochratoxin A von 2 µg/kg für Getreide und dessen Produkte fest (15). In der neuen Fremd- und Inhaltsstoffverordnung ist dieser Toleranzwert noch nicht enthalten.

In Österreich gibt es für die drei Mykotoxine Richtwerte (16):

Ochratoxin A	5 µg/kg	Weizen, Durumweizen, Roggen
Deoxynivalenol	500 µg/kg	Weizen, Roggen
	750 µg/kg	Durumweizen
Zearalenon	60 µg/kg	Weizen, Durumweizen, Roggen

In Amerika gibt es empfohlene Richtwerte, sogenannte «advisory levels» (2) für:

Deoxynivalenol	2000 µg/kg	Weizen und Weizenprodukte zum Mahlen
	1000 µg/kg	für fertige Weizenprodukte
	4000 µg/kg	für Weizen und Weizenprodukte als Futterzusatz

Die auf die Proben angewandten Analysenverfahren sind in der Tabelle 3 zusammengestellt.

Die Proben aus den Getreideimporten und aus den Lagerhäusern wurden auf alle drei Mykotoxine untersucht.

Tabelle 3. Eingesetzte Analysenverfahren auf die verschiedenen Weizenproben

Jahr	DON (ELISA)	DON (HPLC)	Ochratoxin A	Zearalenon
1993	ja		ja	
1994	ja		ja	
1995	ja	hohe DON-Gehalte	ja	ja

Resultate

Weizen frisch geerntet aus dem Kanton Basel-Landschaft

Deoxynivalenon (DON)

In 1993 geerntetem Weizen hatten drei Proben (10%) einen DON-Gehalt grösser als 200 µg/kg. Der genaue Mykotoxingehalt wurde nicht ermittelt. Im folgenden Jahr hatte nur eine Weizenprobe mehr als 200 µg DON/kg (2%), nämlich 250 µg/kg. 1995 enthielten 14 Weizenproben (15%) mehr als 200 µg/kg DON. Der höchste DON-Gehalt betrug 1000 µg/kg (Tabelle 4).

Tabelle 4. Anzahl Weizenproben der Jahre 1993 bis 1995 nach DON-Gehalt klassiert

Jahr	DON-Gehalt in µg/kg											
	< 20	20–100	100–200	200–300	300–400	400–500	500–600	600–700	700–800	800–900	900–1000	> 1000
1993	3	18	6	3								
1994	20	27	4	1								
1995	4	62	15	3	4	3	1	1			2	

Ochratoxin A (OTA)

Ochratoxin A war nur in einer Getreideprobe aus dem Jahr 1994 nachweisbar. Der Mykotoxingehalt betrug 0,7 µg/kg Getreide. In allen anderen Weizenproben war das Toxin nicht nachweisbar.

Zearalenon (ZON)

Zearalenon wurde nur in den Proben aus der Ernte 1995 untersucht. In einer Probe wurden 18 µg/kg bestimmt. In allen anderen Proben liess sich das Toxin nicht nachweisen.

Untersucht wurden alle 28 Weizenproben auf alle Mykotoxine.

Deoxynivalenol (DON)

Fünf der 28 Weizenproben (18%) hatten mehr als 1000 µg/kg DON. Eine Probe kanadischer Hartweizen enthielt 1100 µg/kg DON. Eine weitere Weizenprobe aus den USA wies 2200 µg/kg DON auf. Um diese Probe genauer zu untersuchen, wurden weitere 3 Proben gezogen und der DON-Gehalt ermittelt. Die Analysen ergaben: 2700 µg/kg, 3100 µg/kg und 3100 µg/kg DON. Zwei Weizenproben enthielten 460 µg/kg und 500 µg/kg DON. Tabelle 5 enthält die Untersuchungsergebnisse nach DON-Gehalt geordnet.

Tabelle 5. Weizenproben nach DON-Gehalt geordnet

Getreideart	DON-Gehalt in µg/kg											
	< 20	20–100	100–200	200–300	300–400	400–500	500–600	600–700	700–800	800–900	900–1000	> 1000
Weizen		17	4			2						5

Ochratoxin A (OTA)

15 der 28 Weizenproben (54%) enthielten Ochratoxin A, also mehr als 0,1 µg/kg. Davon befanden sich in drei Weizenproben (11%) mehr als 2 µg/kg (vorgesehener schweizerischer Toleranzwert), nämlich 10 µg/kg, 10 µg/kg und 3 µg/kg. Einen Überblick über die ermittelten Ochratoxin-A-Gehalte gibt Tabelle 6.

Tabelle 6. Weizenproben nach Ochratoxin-A-Gehalt geordnet

Getreideart	Anzahl Proben mit Ochratoxin A			
	< 0,1 µg/kg	0,1–2,0 µg/kg	> 2,0 µg/kg	max. Gehalt (µg/kg)
Weizen	13	12	3	10

Zearalenon (ZON)

Vier Weizenproben enthielten 14–17 µg/kg ZON. Die restlichen 24 Getreideproben waren frei von Zearalenon.

Diskussion

Deoxynivalenol

Die DON-Gehalte in Weizen aus dem Kanton Basel-Landschaft sind je nach Jahr verschieden. 1994 enthielt mehr als ein Drittel aller Proben kein DON. Anders 1993 und 1995: Da waren es nur 10% bzw. 4%.

Die DON-Verteilung des Jahres 1995 fällt auf, gab es doch in diesem Jahr einige Proben mit hohem DON-Gehalt: Über 14% aller Proben hatten mehr als 200 µg/kg DON. Diese Ergebnisse werden durch Abbildung 1 illustriert.

Auch importierter Weizen kann durchaus grössere DON-Gehalte aufweisen. Eine Charge von 1000 Tonnen war mit über 3500 µg/kg DON kontaminiert. Die ganze Charge war in bezug auf den DON-Gehalt relativ homogen. Auch mit Mahlen konnte der DON-Gehalt nicht reduziert werden. Sowohl in den Spelzen wie auch im Weizenmehl war der DON-Gehalt in etwa gleich.

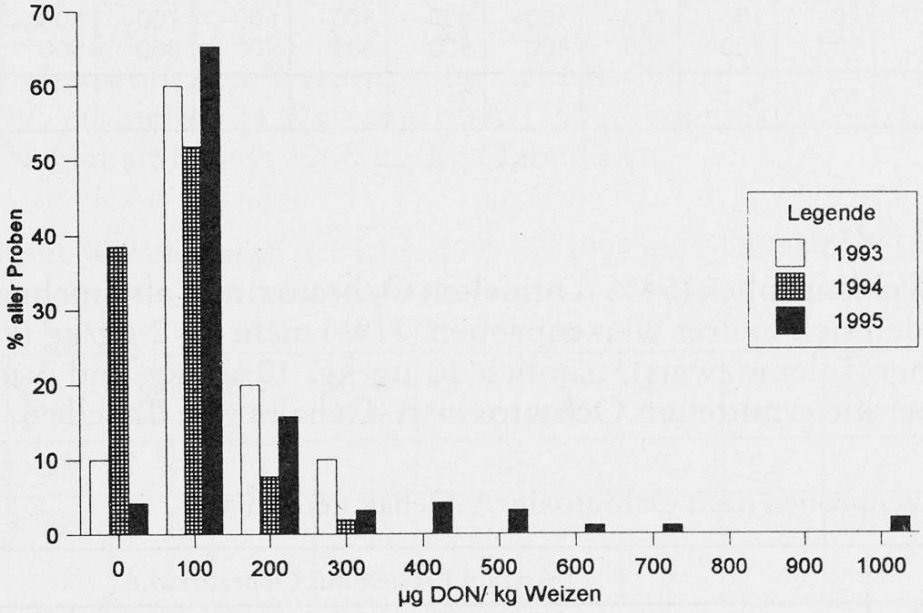

Abb. 1. DON in frisch geerntetem Weizen aus dem Kanton Basel-Landschaft

Ochratoxin A

In den frisch geernteten Weizenproben fand man bis auf eine Probe kein Ochratoxin A. *Wolff* und *Richter* fanden in deutschem Getreide frisch von der Ernte Ochratoxin A im unteren µg/kg-Bereich. Der Mittelwert der untersuchten Proben lag um 0,2 bis 0,4 µg/kg Ochratoxin A (6).

Importweizen enthielt bis 10 µg/kg Ochratoxin A, und in über 50% aller Proben war das Mykotoxin nachweisbar.

Auch importierter Hafer enthält oft Ochratoxin A; von vier Proben hatte nur eine Probe kein Ochratoxin A. Der Hafer stammte aus Russland.

Eine Haferprobe wurde gemahlen, die Spelzen gesammelt und Hafermehl wie auch die Spelzen auf Ochratoxin A untersucht. In den Spelzen war 2,5 µg/kg Ochratoxin A enthalten, im Hafermehl nur 0,3 µg/kg. Mit dem Mahlen, Schälen des Hafers lässt sich also der Ochratoxin-A-Gehalt erheblich reduzieren.

Zearalenon

Die Belastung von Weizen aus der Nordwestschweiz mit Zearalenon ist offenbar gering. 2% aller untersuchten Weizenproben enthielten ZON, davon nur eine Probe von 95 Weizenproben der Ernte 1995 aus dem Kanton Basel-Landschaft. Dies bestätigen in etwa die Analysen von *Bucheli* et al. (4); auch sie fanden in wenigen Getreideproben ZON. Im Gegensatz dazu wurden in österreichischem Getreide 200 µg/kg Zearalenon nachgewiesen (1).

Offenbar gibt es in der Mykotoxinbelastung von Weizen zwischen den beiden benachbarten Ländern Schweiz und Österreich Unterschiede. Die Untersuchungen lassen aber keine Schlüsse für andere Getreidearten oder für importiertes Getreide, inklusive Weizen, zu.

Schlussfolgerung

Diese Untersuchungen zeigen, dass der in der Berichtsperiode im Kanton Basel-Landschaft angebaute Weizen kein Ochratoxin A und fast kein Zearalenon, hingegen oft DON enthält.

Über die DON-Gehalte in Weizen aus dem Kanton Basel-Landschaft lässt sich der Fusarienpilzbefall nachweisen. Die DON-Gehalte schwanken je nach Anbaujahr und je nach klimatischen Bedingungen, die während des Wachstums herrschten. Dabei kann der DON-Gehalt durchaus bis 1 mg/kg betragen.

DON ist das am wenigsten toxische Mykotoxin der Fusarientoxine. *Bucheli* et al. (4) fanden in Schweizer Brotgetreide kein T2, HT2, Diacetoxyscirpenol und Nivalenol. In Schweizer Weizen kommt offenbar nur DON vor. Mit Mahlen lässt sich der DON-Gehalt nicht erheblich reduzieren. So geht das Mykotoxin zu einem Teil in Getreideprodukte über.

Importiertes Getreide kann nebst DON auch Ochratoxin A in hohen Konzentrationen enthalten. In aus Kanada importiertem Weizen fand man bis 3 mg/kg DON, jedoch kein Diacetoxyscirpenol, T2- und HT2-Toxin. Die Untersuchungen sagen nichts über die Gehalte der anderen Trichothecene aus, da einzig eine Probe auf weitere Trichothecene geprüft wurde. Somit ist die Anwesenheit von DON ein Beweis für den Befall des Getreides durch Fusarienpilze. Getreide aus dem Ausland muss vermehrt auf die Mykotoxinbelastung, speziell auf Ochratoxin A und Trichothecene untersucht werden.

Weitere Untersuchungen sollen zeigen, ob der DON-Gehalt in Schweizer Weizen als Qualitätskriterium geeignet ist und DON auch in Getreideprodukten

nachweisbar ist. Aber auch die Weizenanbauer sollen sensibilisiert werden, dass das Getreide je nach klimatischen Bedingungen von Fusarienpilzen befallen wird.

Da importiertes Getreide über weite Strecken transportiert und nach dem Import gelagert wird, findet der Analytiker auch Ochratoxin A, ein Lagertoxin, in Getreide. Infiziert wurde das Getreide sicherlich schon auf dem Felde, doch gedeihen konnte der Pilz erst während des Transportes und der Lagerung. Weitere Untersuchungen sollen zeigen, wie Getreideprodukte mit Ochratoxin A verunreinigt sind.

Die Situation ist bezüglich der untersuchten Mykotoxine nicht alarmierend, muss aber weiter beobachtet werden, und weitere Mykotoxine müssen ins Untersuchungsprogramm aufgenommen werden. Zudem sind detaillierte Probenahmepläne zu erarbeiten, da die Verteilung der Mykotoxine im Lebensmittel in den wenigsten Fällen homogen ist.

Dank

Frau *K. Schüpbach*, den Herren *Hj. Hirschi* und *D. Bossert* danken wir für die sorgfältig durchgeführten Analysen.

Zusammenfassung

205 in- und ausländische Weizenproben wurden auf die Mykotoxine Deoxynivalenol (DON), Ochratoxin A (OTA) und Zearalenon (ZON) untersucht.

150 von 177 Weizenproben aus den Sammelstellen von Basel-Landschaft der Ernten 1993 bis 1995 enthielten DON (2 Proben mit maximal 1000 µg/kg) oder OTA (1 Probe 0,7 µg/kg). In 1 der 95 Proben aus dem Jahr 1995 war 18 µg/kg ZON nachweisbar.

In allen 28 Importweizenproben fand sich DON (5 Proben über 1000 µg/kg bis 3000 µg/kg), OTA (13 von 28 Proben mit maximal 10 µg/kg) oder ZON (5 Proben mit maximal 17 µg/kg).

Der ELISA-Test zur DON-Bestimmung wurde mit einer HPLC-Methode verglichen. Er ist als Screening-Methode gut geeignet, höhere Gehalte (> 300 µg/kg DON) sollten mit einer HPLC-Methode bestätigt werden.

Résumé

205 échantillons de blé suisse et de blé étranger ont été analysés pour déterminer la concentration de mycotoxine déoxynivalenol (DON), ochratoxine (OTA) et zéaralénone (ZON).

150 des 177 échantillons de blé des centres de collection de Bâle Campagne des récoltes 1993 à 1995 contenaient du DON (2 échantillons avec un maximum de 1000 µg/kg) ou OTA (un échantillon de 0,7 µg/kg). Dans l'un des 95 échantillons de l'année 1995 on a trouvé 18 µg/kg ZON.

Dans tous les blés d'importation on a trouvé du DON (cinq échantillons avec plus de 1000 µg/kg a 3000 µg/kg DON), OTA (13 de 28 échantillons avec un maximum de 10 µg/kg) ou ZON (cinq échantillons avec maximum 17 µg/kg).

Le test ELISA pour la détermination du DON a été comparé avec HPLC. Ce test se prête bien a differencier les teneurs. Les concentrations (> 300 µg/kg) doivent être confirmées par HPLC.

Summary

205 samples of domestic and of imported wheat were analyzed for the mycotoxins deoxynivalenol (DON), ochratoxin A (OTA) and zearalenon (ZON).

In 150 of 177 wheat samples originating from Basel-Landschaft of the harvest 1993–1995 was DON (2 samples with maximum of 1000 µg/kg) or OTA (1 sample with 0.7 µg/kg) detectable. 1 of 95 samples of 1995 had 18 µg/kg ZON.

All 28 samples of imported wheat contained DON (5 samples over 1000 µg/kg, till 3000 µg/kg), OTA (13 of 28 samples with maximum 10 µg/kg) or ZON (5 samples with maximum 17 µg/kg).

The commercial ELISA-test for the determination of DON was compared with an HPLC-method. The test is adapted as screening-method, but high values (> 300 µg/kg) should be confirmed by HPLC.

Literatur

1. *Cvirn, G., Murkovic, M., Pfannhauser, W., Lew, H.* und *Lindner, W.:* Zearalenon und Deoxynivalenol in österreichischem Getreide. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **85,** 728–736 (1994).
2. WHO: IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic Risks to humans, Volume 56, WHO, 397–444 (1993).
3. *Steiner, W.* und *Wegmüller, F.:* Fusarientoxine in Cerealien und cerealienhaltigen Nahrungsmitteln. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **85,** 553–565 (1994).
4. *Bucheli, B., Diserens, P., Rychener, M., Tièche, J.D.* und *Trenkner, N.:* Untersuchungen zum Fusarienbefall und zur Mykotoxinbelastung des schweizerischen Brotgetreides der Ernten 1992–1994. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **87,** 84–102 (1996).
5. *Lindner, E.:* Toxikologie der Nahrungsmittel. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1990.
6. *Wolff, J.* und *Richter, W.I.S.:* Ochratoxin A in Getreide. Getreide, Mehl, Brot **46,** 355–360 (1992).
7. *Majerus, P., Cutka, I., Dreyer, A., El-Dessouki, S., Eyrich, W., Reusch, H., Schurer, B.* und *Waiblinger, H.U.:* Zur Belastungssituation von Ochratoxin A in Lebensmitteln pflanzlichen Ursprungs. Dtsch. Lebensm.-Rundsch. **89,** 112–114 (1993).
8. *Kantonales Labor Aargau:* Jahresbericht 1992.
9. *El-Dessouki, S.:* Ochratoxin A in Bier. Dtsch. Lebensm.-Rundsch. **88,** 354–355 (1992).
10. *Studer-Rohr, J., Dietrich, D.R.* und *Schlatter, Ch.:* Ochratoxin A in Kaffee: Neue Erkenntnisse und Toxikologie. Lebensmittel-Technologie **27,** 435–441 (1994).
11. *Stratton, G.W., Robinson, A.R., Smith, H.C., Kittilsen, L.* and *Barbout, M.:* Levels of five mycotoxins in grains harvested in Atlantic Canada as measured by high performance liquid chromatography. Arch. Environ. Contam. Toxicol. **24,** 399–409 (1993).
12. *Majerus, P., Weber, R.* und *Wolff, J.:* Nachweis und Bestimmung von Ochratoxin A in Getreide und Getreideprodukten. Bundesgesundhbl. **11,** 454–458 (1994).

13. *Pittet, A.:* Analysis of ochratoxin A in raw materials: Persönliche Mitteilung von A. Pittet, Nestec.
14. *Zoller, O.:* Vergleichanalyse Fusarientoxine; Auswertung der Vergleichsanalyse durch Bundesamt für Gesundheitswesen, Bern (4. 3. 1996).
15. *BAG,* Kreisschreiben Nr. 9: Toleranzwerte für Ochratoxin A und Fumonisine. Bern, 14. 12. 1995.
16. *Rosner, H.* und *Egmond, H.P.:* Mykotoxin-Höchstmengen in Lebensmitteln. Bundesgesundhbl. **12,** 467–473 (1995).

Jürg R. Noser
Dr. Peter Wenk
Dr. Alfred Sutter
Kantonales Laboratorium
Basel-Landschaft
Postfach
CH-4414 Füllinsdorf