

1 3. ヒトにおける知見

2 (1) 各国におけるばく露状況

3 厚生労働省の輸入食品監視統計によると、過去 10 年以上にわたってアメリカ合衆
4 国が日本の最大のとうもろこし輸入相手国であり、第 2 位以下は年によって入れ替わ
5 りがみられる。2011 年から 2015 年までの主な輸入相手国はアメリカ合衆国、ブラジ
6 ル及び南アフリカ共和国等であることから、これらの国におけるフモニシンによるば
7 く露量及びばく露評価に係る知見を以下に整理した。

8

9 ① アメリカ合衆国

10 南カリフォルニアのロサンゼルス、サンディエゴ及びメキシコのティファナにお
11 いて小売店等から収集されたトルティーヤ 34 検体及びマサ用のトウモロコシ粉 4
12 検体、計 38 検体の FB1、FB2 及び FB3 濃度が LC-MS 法により測定された結果が
13 2008 年に報告された。FB1 は全ての検体から検出された。FB1 の中央値は 0.084
14 mg/kg (範囲: 0.001~0.729 mg/kg) 及び総フモニシン (FB1、FB2 及び FB3) の
15 中央値は 0.231 mg/kg (範囲: 0.0028~1.863 mg/kg) であった。(参照 1. NJ Dvorak,
16 et al. (2008) #314)。

17

18 ② ブラジル

19 2003 年 3 月~2005 年 1 月にブラジリア連邦区で購入したトウモロコシを原料と
20 する食品 10 品目、計 208 検体について、HPLC/蛍光法により FB1 及び FB2 (総
21 フモニシン) 濃度が測定された。総フモニシンの平均濃度が最も高かった食品はコ
22 ーンミール (creme de milho) で、その平均濃度は 2.04 mg/kg (範囲: 0.844~3.44
23 mg/kg) であった。フモニシンはコーンミール 73 検体すべてから検出された
24 (LOQ: 0.020 mg/kg)。トウモロコシを原料とする食品それぞれの総フモニシン平
25 均濃度及びブラジル地理・統計機関が実施した家計調査 (The 2002/2003 Brazilian
26 Household Budget Survey) を基に求められた各品目の喫食量を用いて推計された
27 総フモニシンのばく露量は、全体では 26.0 µg/人/日 (0.49 µg/kg 体重/日に相当)、
28 トウモロコシを原料とする食品を喫食した人のみでは、376 µg/人/日 (7.1 µg/kg 体
29 重/日に相当) であった(参照 2. ED Caldas, et al. (2007) #562)。

30 2011 年 6 月~2012 年 3 月の期間に、10~55 歳の男女 39 人から 3 か月ごとに計
31 4 回提供されたトウモロコシを原料とする食品 5 品目、計 120 検体について、HPLC
32 法により FB1 の濃度が測定された。FB1 の平均濃度が最も高かったのはコーンミ
33 ールで、平均濃度±標準偏差は、0.4746±0.2646 mg/kg であった。コーンミールか
34 らの FB1 の検出率は 32 検体中 25 検体 (78.1%) であった (LOQ: 0.100 mg/kg)。
35 トウモロコシを原料とするそれぞれの食品中の FB1 平均濃度と、39 名のボランテ
36 ィアに対し質問票を用いて調査した食品摂取量から推計された FB1 の平均ばく露
37 量は 0.063 ± 0.058 µg/kg 体重/日であった(参照 3. K Bordin, et al. (2014) #310)。

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37

③ 南アフリカ共和国

2000 年に、ビザナ地域及びセンテーン地域で自家栽培され、目視によりかびの汚染がみられないトウモロコシ及びかびが生えているトウモロコシを試料とし、HPLC 法により FB1、FB2 及び FB3（総フモニシン）濃度が測定された。目視によりかびの汚染がみられないトウモロコシの総フモニシン汚染は、ビザナで 0.92 ± 1.70 mg/kg、センテーン地域で 0.88 ± 1.78 mg/kg であった。かびの汚染がみられないトウモロコシの総フモニシン濃度と、トウモロコシの喫食量から推計された総フモニシンばく露量は、ビザナ地域で 5.8 μ g/kg 体重/日、センテーン地域では 6.7 μ g/kg 体重/日であった(参照 4. L van der Westhuizen, et al. (2008) #281)。

ビザナ地域の 10 村、93 世帯の 512 人及びセンテーン地域の 11 村、68 世帯の 410 人に対し聞き取り調査を行い、年齢別のトウモロコシ喫食量が調べられた。1～9 歳 (215 人) 及び 10～17 歳 (240 人) の年齢層では、両地域で喫食量の差はみられなかった。18～65 歳の年齢層におけるトウモロコシの平均喫食量は、ビザナ地域で 379 ± 10.5 g /人/日 (229 人)、センテーン地域で 456 ± 11.9 g /人/日 (178 人) であった。本調査で得られたトウモロコシの喫食量と、1985～2004 年のそれぞれの地域の自家栽培のトウモロコシの FB1 及び FB2（総フモニシン）濃度を用いて総フモニシンばく露量を推計した結果、18 歳以上の年齢層の総フモニシンばく露量は、ビザナ地域では 3.43 ± 0.15 μ g/kg 体重/日、センテーン地域では 8.67 ± 0.18 μ g/kg 体重/日であり、センテーン地域で明らかに多かった(参照 5. GS Shephard, et al. (2007) #335)。

2001～2003 年に、ビザナ地域及びセンテーン地域の自家栽培のトウモロコシ又は市販のトウモロコシの FB1、FB2 及び FB3（総フモニシン）濃度を測定した。ビザナ地域とセンテーン地域の自家栽培又は市販のトウモロコシの平均総フモニシン濃度に大きな違いはなかった。測定された総フモニシン濃度と、各地域のトウモロコシの喫食量から推計されたビザナ地域及びセンテーン地域の総フモニシンの平均ばく露量は、それぞれ 3.9 ± 7.3 μ g/kg 体重/日及び 4.1 ± 7.6 μ g/kg 体重/日であった(参照 6. L van der Westhuizen, et al. (2010) #282)。

センテーン地域において、自家栽培トウモロコシを喫食している人、市販のトウモロコシを喫食している人、自家栽培及び市販のトウモロコシを喫食している人に分けて、トウモロコシの喫食量が調査された結果、平均喫食量はそれぞれ、 474 g/日、 344 g/日及び 462 g/日であった。トウモロコシの FB1、FB2 及び FB3 を合計した総フモニシンの平均濃度は、自家栽培トウモロコシで 1.142 mg/kg (範囲: $0.005 \sim 10.140$ mg/kg)、市販のトウモロコシで 0.222 mg/kg (範囲: $0.055 \sim 0.678$ mg/kg) であった。ばく露量は、自家栽培トウモロコシを喫食している人で 8.5 μ g/kg 体重/日、市販のトウモロコシを喫食している人で 1.1 μ g/kg 体重/日と推計された。また、トウモロコシを原料とした伝統的なビール様飲料からのフモニシン摂取量は、

1 一度の飲酒で最大 12.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重と推計された(参照 7. HM Burger, et al. (2010)
2 #572)。

3 センテーン地域において、トウモロコシからのフモニシンの汚染低減の方法を検
4 討するために、採取したトウモロコシから粥を作るにあたり、通常の作り方とトウ
5 モロコシを選別し、更に洗浄してから用いる方法とで、フモニシンばく露量の違い
6 が調べられた。それぞれの方法で作られた粥を 2 日間摂取したセンテーン地域の 22
7 人の女性における FB1 の推定平均ばく露量は、通常の作り方の場合、4.84 (2.87~
8 8.14) $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/日及び選別後に洗浄した場合、1.87 (1.40~2.51) $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/日
9 であった(参照 8. L van der Westhuizen, et al. (2011) #59)。

10

11 (2) 疫学研究

12 フモニシンのヒト健康への影響に関する疫学的研究には、出生児の神経管閉鎖不全、
13 食道がん、子供の成長遅延に関する研究等が報告されている。

14

15 ① 神経管閉鎖不全 (NTD)

16 神経管閉鎖不全 (Neural tube defects: NTD) は、胎児の脳や脊髄に起こる障害で、
17 妊娠初期に形成される神経管の癒合不全を原因とする疾病である。

18 米国の南テキサス、メキシコとの国境地域にあるキャメロン郡で、1990~1991 年
19 にメキシコ系アメリカ人女性から生まれた新生児の NTD の発生率が 10,000 出産当
20 たり 27 と、1986~1989 年の 10,000 出産あたり 15 よりも高かった。このうち無脳
21 症の発生率は、1986~1989 年は 10,000 出産あたり 10 であるのに対し、1990~1991
22 年は 10,000 出産あたり 20 であった。1989 年の秋にはテキサス州等においてウマで
23 ELEM が、ブタで PPE が発生しており、その一年半後に新生児の NTD の発生が起
24 こっていることに著者らは注目した。この地域で 1990 年 5 月~1991 年 4 月に収集さ
25 れたトウモロコシを原料とする食品 (コーンミール) 16 検体の中の FB1 と FB2 の合
26 計フモニシン濃度は平均 1.22 mg/kg と、1995~1997 年に南テキサス地方で収集され
27 たトウモロコシを原料とする食品のフモニシン濃度の 2~3 倍であった。メキシコ系
28 アメリカ人はトルティーヤの喫食量が多く、トルティーヤのみからの平均トウモロコ
29 シ喫食量は一日約 90 g と推計¹されることから、この時期にトウモロコシを原料とす
30 る食品を介したメキシコ系アメリカ人のフモニシンばく露量が多かったと推測され、
31 NTD の発生とフモニシンとが関連している可能性が示唆された(参照 9. K
32 Hendricks (1999) #210)。

33 トルティーヤ摂取とフモニシンばく露の関連について、メキシコ人女性を対象とし
34 た研究が実施されている。この研究において、996 人のメキシコ人女性から聞き取り
35 調査し、トルティーヤ喫食量順に並べて、喫食量の少ない方から 25 人、多い方から
36 25 人及び中央値前後の 25 人、計 75 人より尿を採取し、尿中の FB1 濃度が調べられ

1 カナダの成人の平均トウモロコシ摂取量は、一日に約 17 g と推計されている。

1 た。トルティーヤ喫食量が少ない群では、尿中 FB1 濃度が平均 0.035 $\mu\text{g/L}$ (濃度範
2 囲: 0.0188~0.0652 $\mu\text{g/L}$)、喫食量が多い群では、尿中 FB1 濃度が平均 0.1474 $\mu\text{g/L}$
3 (濃度範囲: 0.0876~0.20801 $\mu\text{g/L}$) と、採取した 75 検体の尿中 FB1 濃度とトルテ
4 ーヤ喫食量には強い相関が示された(参照 10. YY Gong, et al. (2008) #324)。

5 南テキサス、メキシコとの国境地域において 1995 年 3 月から 2000 年 5 月につ
6 けて、NTD の新生児を出産したメキシコ系アメリカ人 184 人 (症例群)、正常児を出産
7 したメキシコ系アメリカ人 225 人 (対照群) を対象に、症例対照研究が実施された。
8 フモニシンばく露の指標として、産後の母親の血中 Sa/So 比及び妊娠前及び妊娠初期
9 それぞれ 3 か月間のトルティーヤ摂取量の記憶について調査された。また、調査期間
10 中に収集された家庭及び市販のトルティーヤ試料の FB1、FB2 及び FB3 を測定し、
11 フモニシンばく露量が推計された。240 枚のトルティーヤ試料中の FB1 濃度の平均値
12 及び標準偏差は $0.234 \pm 0.256 \text{ mg/kg}$ 、範囲は 0~1.690 mg/kg であった。FB2 及び
13 FB3 は検出されなかった。妊娠初期にトルティーヤを喫食した枚数の中央値は、症例
14 群で 252 枚、対照群で 180 枚であった。妊娠初期のトルティーヤ喫食量が 100 枚未
15 満の群と比較して、301~400 枚喫食した群では、新生児の NTD 発生率のオッズ比が
16 2.4 (95%信頼区間: 1.1~5.3) とリスクが増加した。トルティーヤを 400 枚以上喫食
17 した群ではオッズ比が 0.8~1.0 と、リスクの増加はみられなかった。血中葉酸濃度の
18 中央値は、症例群で 0.0113 $\mu\text{g/mL}$ 、対照群で 0.0114 $\mu\text{g/mL}$ であった。葉酸サプ
19 レメントは症例群の 6.0%が、対照群の 4.4%が摂取していた。血中 Sa/So 比は、ヒトの FB1
20 ばく露の指標として適切ではないとされているが、当該試験では、Sa/So 比が 0.1 未
21 満の場合と比較すると、0.31~0.35 の範囲では、Sa/So 比の増加に伴って NTD 発生
22 率のオッズ比が 4.4 (95%信頼区間: 1.2~15.5) まで上昇した。Sa/So 比が 0.35 以上
23 では NTD 発生率のオッズ比は 0.7 と、低かった。母親の推計 FB1 ばく露量は、30.0
24 ng/kg 体重/日以下の場合と比較すると、0.1501~0.0650 $\mu\text{g/kg}$ 体重/日では NTD 発
25 生率のオッズ比が 2.3 (95%信頼区間: 1.1~5.1) とリスクが高かった。FB1 ばく露量
26 が 650.0 ng/kg 体重/日以上の場合、オッズ比は 1.1 とリスクに差はみられなかった。
27 著者らは、FB1 ばく露が高いと胎児死亡が生じて、NTD 発生率が低下したと考察し
28 た (参照 11. SA Missmer, et al. (2006) #201)(参照 12. JECFA (2011) #350)。

29 上記 NTD の新生児を出産したメキシコ系アメリカ人 184 人 (症例群) 及び正常児
30 を出産したメキシコ系アメリカ人 225 人 (対照群) を対象に、更に、環境、遺伝、葉
31 酸等の代謝経路に関連した栄養学的な要因等と NTD との関連について、聞き取り調
32 査の結果に基づいて解析された。その結果、第一に、重金属、農薬、PCB と NTD リ
33 スクとの関連は確認できなかった。第二に、葉酸摂取は NTD を予防し、血清中のビ
34 タミン B12 濃度が低いこと、血清中のホモシステイン濃度が高いこと、又は肥満がそ
35 れぞれ NTD リスクに関連していることが確認された。当該解析では、更に、ホモシ
36 ステイン濃度が高く、ビタミン B12 濃度が低いと、メチオニンの欠乏により NTD の
37 リスクを高めるというモデルが提唱された。このモデルでは、ビタミン B12 を補酵素

1 として、不足したメチオニンがホモシステインの代謝により補填される。一方、食物
2 からのメチオニンの摂取が十分にあり、ビタミン B12 の摂取量が低い場合、ビタミン
3 B12 を補酵素とするメチオニン産生経路は使われずに、食物から摂取されたメチオニ
4 ンが直接タンパク質、脂質の合成及び DNA のメチル化に用いられる。第三に、葉酸
5 が欠乏している集団では、下痢、フモニシン摂取、硝酸塩や亜硝酸塩の高摂取とニト
6 ロソ化薬物のばく露といった要因が NTD に関与していることが示唆された(参照 13.
7 L Suarez, et al. (2012) #202)。

8

9 ② 食道がん等

10 中国、南アフリカ、イランの食道がん発生率の高い地域と自家栽培されて消費され
11 るトウモロコシの *F. verticillioides* 汚染率、フモニシン濃度が高いこととの関連性が
12 報告されている(参照 14. JECFA (2001) #465, 15. FAO/WHO (2012) #359, 16. IARC
13 (2002) #60)。

14 1989 年に、中国の食道がんの高リスク地域である臨県 及び 低リスク地域である商
15 丘市において、それぞれ 27 検体及び 20 検体のトウモロコシが収集され、両地域にお
16 けるフモニシン及びその他のフザリウム属真菌由来のかび毒による汚染状況が比較さ
17 れた。フモニシンが検出された検体の平均濃度は、高リスク地域では、FB1 が 872
18 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 及び FB2 が 448 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であったのに対し、低リスク地域では、FB1 が 890 $\mu\text{g}/\text{kg}$
19 及び FB2 が 330 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であった。FB1 の検出率は高リスク地域で 48%、低リスク地
20 域で 25%であった。高リスク地域のトウモロコシ検体は、デオキシニバレノール等の
21 トリコテセン系かび毒が同時に検出される頻度も高く、フモニシンとその他のトリコ
22 テセン系かび毒が同時に検出された検体の割合は、低リスク地域の 5%に比べて、高
23 リスク地域では 48%であった(参照 17. T Yoshizawa, et al. (1994) #321)。

24 中国の臨県 において、1986 年 3 月から 1991 年 5 月にかけて食道扁平上皮癌の 98
25 症例及び 185 例の対照を用いてケースコントロールスタディが実施された。フモニシ
26 ン汚染の指標として、血清中の Sa、So 及び Sa/So 比が用いられたが、これらの指標
27 と食道扁平上皮癌に相関はみられなかった(参照 18. CC Abnet, et al. (2001) #322)。

28 中国の臨胸県では、発酵したトウモロコシで作られるパンの摂取と胃がんによる死
29 亡の関連性が指摘されており、収集されたトウモロコシ製品中のフザリウム属かび毒
30 の汚染状況が調べられた。フモニシンが検出された製品における FB1、FB2 及び FB3
31 の最高濃度はそれぞれ 8.8、2.8 及び 0.9 mg/kg であった (検出限界 : 0.5 mg/kg)。デ
32 オキシニバレノール、15-アセチルデオキシニバレノール、ゼアラレノン等のタイプ B
33 トリコテセン類かび毒も検出されたが、いずれのフザリウム属かび毒もその濃度は 10
34 mg/kg を下回っており、胃がんのリスクの増加と発酵又は未発酵のトウモロコシで作
35 られるパンの摂取との関連は考えにくいと著者らは考察した(参照 19. FD Groves, et
36 al. (1999) #329)。

37 南アフリカの食道がんの高発生地域と低発生地域から、1976~1989 年にかけて 6

1 シーズンにそれぞれの地域で栽培されたトウモロコシ検体が集められ、フザリウム属
2 真菌の汚染状況が調べられた。調査の結果、*F. moniliforme*、*F. subglutinans* 及び *F.*
3 *graminearum* が多く検出された。目視によりかびの汚染がみられない検体及びかび
4 が生えている検体に分けて、FB1 及び FB2 を合わせた総フモニシンの汚染濃度が測
5 定された。食道がんの低発生地域及び高発生地域のそれぞれにおいて、目視によりか
6 びの汚染がみられない検体のフモニシンの検出率は 3/12 検体及び 12/12 検体であり、
7 検出された総フモニシンの平均濃度は 0.333 mg/kg 及び 2.1 mg/kg、濃度範囲はそれ
8 ぞれ 0~0.7 mg/kg 及び 0.05~10.15 mg/kg であった。かびが生えている検体では、
9 食道がんの低発生地域及び高発生地域のそれぞれにおいて、総フモニシンの検出率は
10 11/11 検体及び 12/12 検体であり、検出された総フモニシンの平均濃度は 9.0 mg/kg
11 及び 31.5 mg/kg、濃度範囲はそれぞれ 0.6~25.65 mg/kg 及び 4.35~63.2 mg/kg であ
12 った。(参照 20. JP Rheeder, et al. (1992) #331)。

13 南アフリカのビザナ地域では食道がんの発生率が比較的 low、センテーン地域では
14 食道がんの発生率が比較的高い。年齢調整した男性及び女性の 1996~2000 年におけ
15 る 10 万人当たりの食道がんの発生人数は、ビザナ地域でそれぞれ 31.0 人及び 22.7
16 人、センテーン地域でそれぞれ 44.8 人及び 32.6 人であった。ビザナ地域及びセンテ
17 ーン地域におけるフモニシンの暴露量は、1 歳以上のいずれの年齢層においてもセン
18 テーン地域で多く、18~65 歳の年齢層では 3.43±0.15 µg/kg 体重/日及び 8.67±0.18
19 µg/kg 体重/日であった(参照 5. GS Shephard, et al. (2007) #335)。

20 食道がんの発症率が高い地域では、小麦及びトウモロコシを主に喫食し、ミネラル
21 やビタミンの摂取量が低いといった、限られた食生活と関係していることも指摘され
22 ている(参照 21. JECFA (2001) #367)。

23

24 ③ 成長遅延

25 トウモロコシからのフモニシン汚染が報告されていたタンザニア北部の 4 村におい
26 て、幼児のフモニシン摂取量と発育の関連性が調べられた。2006 年 9 月に、6 か月齢
27 の幼児をもつ母親 215 人に対し、一人につき 2 回、24 時間思い出し法により、幼児
28 のトウモロコシ消費量を推定するとともに、調査の前の週にトウモロコシ粉から作っ
29 た食事を何回食べさせたかを記録してもらった。また、それぞれの家庭から食事に用
30 いたトウモロコシ粉を収集して総フモニシンとして FB1、FB2 及び FB3 を測定した。
31 幼児は 6 か月齢目及び 12 ヶ月齢目に身体測定を受けた。215 人中 191 人がトウモロ
32 コシ粉を用いて調理した食事を喫食しており、そのうち、131 人の幼児が喫食したト
33 ウモロコシ粉から 0.021~3.201 mg/kg の総フモニシンが検出された。総フモニシン
34 の推計ばく露量は、0.003~28.838 µg/kg 体重/日 (中央値: 0.48 µg/kg 体重/日、90 パ
35 ーセンタイル値: 3.99 µg/kg 体重/日) であった。131 人中 26 人は WHO/FAO の設定
36 している PMTDI である 2 µg/kg 体重/日を超えていた (高ばく露群)。総フモニシン
37 暴露量と身長に相関はみられなかったが、高ばく露群の幼児は、2 µg/kg 体重/日未満

1 のばく露の幼児に比べて平均身長が 1.3 cm 短く、平均体重が 328 g 有意に軽かった。
2 フモニシンばく露が幼児の成長遅延に関連すると著者らは考察した(参照 22. ME
3 Kimanya, et al. (2010) #325)。

4

5

6 (3) ヒトにおける知見のまとめ

7 トウモロコシを主食とするメキシコ系アメリカ人における NTD 発症率についての
8 毒性学的・疫学的研究によると、妊娠中のフモニシンのばく露は、出生児の NTD リ
9 スクを増加させる要因である可能性があるが、フモニシンの摂取量と NTD 発症の用
10 量関係については不明である。また、フモニシン以外にも、NTD の発生リスクに係る
11 要因として、血清中のビタミン B12 濃度、血清中のホモシステイン濃度等複数の報告
12 がある。

13 フモニシンの汚染状況とヒトの食道がん等の発生率に関連がみられるとの報告が
14 あるが、明らかな証拠はない。ヒトの食道がんの発生率が高い地域では、主にトウモ
15 ロコシ等の穀物主体の食生活であり、ミネラルやビタミンの摂取量が低いといった限
16 られた食生活の影響も指摘されており、他のかび毒の影響の有無、フモニシンの摂取
17 量等について十分なデータはない。

18 タンザニアにおける疫学研究より、幼児における PMTDI を超えるフモニシンばく
19 露は、成長遅延と関連しているとの報告がある。

20

21

1 << 参考資料 >>

2

3 1 N. J. Dvorak, R. T. Riley, M. Harris and J. A. McGregor. Fumonisin mycotoxin contamination
4 of corn-based foods consumed by potentially pregnant women in southern California. *J*
5 *Reprod Med.* 2008; 53: 672-676 #314

6 2 E. D. Caldas and A. C. Silva. Mycotoxins in corn-based food products consumed in Brazil:
7 an exposure assessment for fumonisins. *J Agric Food Chem.* 2007; 55: 7974-7980 #562

8 3 K. Bordin, R. E. Rosim, D. V. Neeff, G. E. Rottinghaus and C. A. Oliveira. Assessment of
9 dietary intake of fumonisin B(1) in Sao Paulo, Brazil. *Food Chem.* 2014; 155: 174-178 #310

10 4 L. van der Westhuizen, G. S. Shephard, J. P. Rheeder, N. I. Somdyala and W. F. Marasas.
11 Sphingoid base levels in humans consuming fumonisin-contaminated maize in rural areas
12 of the former Transkei, South Africa: a cross-sectional study. *Food Addit Contam Part A*
13 *Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 2008; 25: 1385-1391 #281

14 5 G. S. Shephard, W. F. Marasas, H. M. Burger, N. I. Somdyala, J. P. Rheeder, L. Van der
15 Westhuizen, P. Gatyeni and D. J. Van Schalkwyk. Exposure assessment for fumonisins in
16 the former Transkei region of South Africa. *Food Addit Contam.* 2007; 24: 621-629 #335

17 6 L. van der Westhuizen, G. S. Shephard, J. P. Rheeder and H. M. Burger. Individual
18 fumonisin exposure and sphingoid base levels in rural populations consuming maize in
19 South Africa. *Food Chem Toxicol.* 2010; 48: 1698-1703 #282

20 7 H. M. Burger, M. J. Lombard, G. S. Shephard, J. R. Rheeder, L. van der Westhuizen and W.
21 C. Gelderblom. Dietary fumonisin exposure in a rural population of South Africa. *Food*
22 *Chem Toxicol.* 2010; 48: 2103-2108 #572

23 8 L. van der Westhuizen, G. S. Shephard, H. M. Burger, J. P. Rheeder, W. C. Gelderblom, C. P.
24 Wild and Y. Y. Gong. Fumonisin B1 as a urinary biomarker of exposure in a maize
25 intervention study among South African subsistence farmers. *Cancer Epidemiol*
26 *Biomarkers Prev.* 2011; 20: 483-9 #59

27 9 K. Hendricks. Fumonisins and neural tube defects in South Texas. *Epidemiology.* 1999; 10:
28 198-200 #210

29 10 Y. Y. Gong, L. Torres-Sanchez, L. Lopez-Carrillo, J. H. Peng, A. E. Sutcliffe, K. L. White, H.
30 U. Humpf, P. C. Turner and C. P. Wild. Association between tortilla consumption and human
31 urinary fumonisin B1 levels in a Mexican population. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.*
32 2008; 17: 688-94 #324

33 11 S. A. Missmer, L. Suarez, M. Felkner, E. Wang, A. H. Merrill, Jr., K. J. Rothman and K. A.
34 Hendricks. Exposure to fumonisins and the occurrence of neural tube defects along the
35 Texas-Mexico border. *Environ Health Perspect.* 2006; 114: 237-41 #201

36 12 JECFA. Evaluation of certain food additives and contaminants. Seventy fourth
37 report of the joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. . WHO

- 1 Technical Report Series no 966. 2011; 70-94 #350
- 2 13 L. Suarez, M. Felkner, J. D. Brender, M. Canfield, H. Zhu and K. A. Hendricks. Neural tube
3 defects on the Texas-Mexico border: what we've learned in the 20 years since the Brownsville
4 cluster. Birth Defects Res A Clin Mol Teratol. 2012; 94: 882-92 #202
- 5 14 JECFA. Fumonisin. <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v47je03.htm>. 2001;
6 #465
- 7 15 FAO/WHO. Fumonisin. Safety evaluation of certain food additives and contaminants.
8 Series 65. 2012; WHO Food Additives: 325-794 #359
- 9 16 IARC. Fumonisin B1. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans.
10 2002; 82: #60
- 11 17 T. Yoshizawa, A. Yamashita and Y. Luo. Fumonisin occurrence in corn from high- and low-
12 risk areas for human esophageal cancer in China. Appl Environ Microbiol. 1994; 60: 1626-9
13 #321
- 14 18 C. C. Abnet, C. B. Borkowf, Y. L. Qiao, P. S. Albert, E. Wang, A. H. Merrill, Jr., S. D. Mark,
15 Z. W. Dong, P. R. Taylor and S. M. Dawsey. Sphingolipids as biomarkers of fumonisin
16 exposure and risk of esophageal squamous cell carcinoma in china. Cancer Causes Control.
17 2001; 12: 821-8 #322
- 18 19 F. D. Groves, L. Zhang, Y. S. Chang, P. F. Ross, H. Casper, W. P. Norred, W. C. You and J. F.
19 Fraumeni, Jr. Fusarium mycotoxins in corn and corn products in a high-risk area for gastric
20 cancer in Shandong Province, China. J AOAC Int. 1999; 82: 657-62 #329
- 21 20 J. P. Rheeder, W. F. O. Marasas, P. G. Thiel, E. W. Sydenham, G. S. Shephard and D. J. van
22 Schalkwyk. Fusarium moniliforme and fumonisins in corn in relation to human esophageal
23 cancer in Transkei. Phytopathology. 1992; 82: #331
- 24 21 JECFA. Fumonisin. JECFA 47. 2001; #367
- 25 22 M. E. Kimanya, B. De Meulenaer, D. Roberfroid, C. Lachat and P. Kolsteren. Fumonisin
26 exposure through maize in complementary foods is inversely associated with linear growth
27 of infants in Tanzania. Mol Nutr Food Res. 2010; 54: 1659-67 #325
- 28
29
30
31