

الفومونيزينات

تثير الفومونيزينات مخاطر صحية ذات شأن بالنسبة للمواشي، وربما أيضاً بالنسبة للبشر

الفومونيزينات مواد سامة موجودة طبيعياً تنتجها عدّة أنواع من الفطريات المِعْرَ لَأَوِيَّة (العفن). ويوجد عدد من أنماط الفومونيزين المختلفة المعروفة، بيد أن الفومونيزينات من الأنماط B_1 و B_2 و B (المسمّاة أيضاً FB_1 ، FB_2 ، و FB_3) هي الأشكال الرئيسية الموجودة في الأغذية. وقد استرعت الفومونيزينات الانتباه لأول مرّة في عام 1988.

ويُمكن للفومونيزينات أن تسبب آثاراً صحية ذات شأن بالنسبة للمواشي وغيرها من الحيوانات. وفي حين أن البيّنات على الآثار الصحية الضارة بالنسبة للبشر ليست قاطعة في الوقت الراهن، ثمة مخاوف بشأن إمكانية إسهام الفومونيزينات في حصائل صحية ضارة خطيرة متنوعة مثل السرطان والعيوب الخلقية.

تحتوي الذرة والمنتجات المستندة إلى الذرة على أكبر كميات من الفومونيزينات

تُشكّل فطريات فوزاريومفرتيشيلوبيدسوفوزاريوميروليفيراتوم وفوزاريوم فوجيكوروي، وكذلك أنواع فوزاريوم أخرى أقل انتشاراً، ملوّثات شائعة للذرة، وبدرجة أقل للقمح وحبوب أخرى بما في ذلك المنتجات المشتقة منها. وهي موجودة على الصعيد العالمي، ولكنها أكثر شيوعاً في المناخ الحار والمناطق المدارية الحارة حيث تُزرع الذرة.

وقد تبيّن أن الذرة والمنتجات المستندة إلى الذرة هي الأكثر إصابة بالنمط FB_1 والمحتوية على أعلى متوسطات تركيزات منه مقارنةً بأي حبوب أو منتجات مستندة إلى الحبوب وذلك في تقييم أجرته في عام 2016 لجنة الخبراء المشتركة بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية والمعنية بالمضافات الغذائية، علماً بأنه جرى الإبلاغ عن وجود أعلى متوسط تركيزات في منتجات من أفريقيا وأمريكا الوسطى والجنوبية وبعض بلدان إقليم غرب المحيط الهادئ.

ونادراً ما يُكشف عن وجود النمط FB_2 في اللبن أو منتجات الألبان أو اللحوم أو منتجاتها، مما يشير إلى أن الانتقال إلى المنتجات الحيوانية يُمكن إهماله. بيد أن النمط FB_1 وُجد في بول الرضع الذين يرضعون حصراً رضاعة طبيعية، مما يوحي بأن لبن الثدي البشري قد يكون مصدراً لتعرّض صغار الأطفال.

وتُبيّن أغلب البيانات المبلّغ عنها وجود مستويات من الأشكال الحرة للفومونيزينات (FB_1 ، FB_2 ، و FB_3)، بيد أن المواد السامة يُمكن أن ترتبط أيضاً بالبروتينات والكربوهيدرات المعقدة. وفي حين أظهرت بعض الدراسات أن مستوى الفومونيزينات المرتبطة قد يكون أعلى من الأشكال الحرة، لا توجد سوى بيانات محدودة عن مدى وجود الفومونيزينات المرتبطة في مختلف الحبوب، وكذلك عن أثر المعالجة على هذه الأشكال المرتبطة وعلى توافرها البيولوجي بعد الاستهلاك.

قد يتفاوت التعرّض الغذائي بدرجة كبيرة

استناداً إلى تقييمات وطنية جرت في قلة من البلدان خلال الفترة 2011-2016 (لجنة الخبراء المشتركة بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية والمعنية بالمضافات الغذائية، 2016)، كان متوسط التعرّض للنمط FB_1 والفومونيزينات إجمالاً أقلّ عموماً من 250 نانوغرام/كغ من وزن الجسم في اليوم (النانوغرام هو جزء من مليار $10^9 \times 1$ من الغرام) في البلدان الأوروبية. وأبلغ عن تعرّض مرتفع للنمط FB_1 بالنسبة لغواتيمالا وزمبابوي والصين، في حين أبلغ عن أعلى مستويات التعرّض في ملاوي والتي

تراوحت بين 3000 و15 000 نانوغرام/كغ من وزن الجسم في اليوم. ولوحظت أعلى مستويات التعرض الوطنية للنمط FB_1 والفومونيزينات إجمالاً في الفئات العمرية الأصغر.

وطبقاً لتقديرات التعرض الدولية الحديثة المستمدة من جميع المصادر الغذائية، وباستخدام بيانات حدوث التلوث المُسقط على بيانات استهلاك الأغذية في مجموعات النظم الغذائية السبع عشرة التابعة للنظام العالمي لرصد البيئة، تتراوح تقديرات الحد الأدنى لمتوسط التعرض بالنسبة للنمط FB_1 بين 2 نانوغرام/كغ من وزن الجسم في اليوم (المجموعة G09 التي تضم أساساً بلدان شرق آسيا) و560 نانوغرام/كغ من وزن الجسم في اليوم (المجموعة G05 التي تضم أساساً أمريكا الجنوبية والوسطى)، وتتراوح، بالنسبة للفومونيزينات إجمالاً، بين 13 نانوغرام/كغ من وزن الجسم في اليوم (المجموعة G09) و820 نانوغرام/كغ من وزن الجسم في اليوم (المجموعة G05 التي تضم غواتيمالا).

والذرة هي مصدر التعرض الرئيسي للنمط FB_1 والفومونيزينات إجمالاً في أغلب مجموعات النظم الغذائية وقد تؤدي إلى تعرض مرتفع جداً في المناطق التي تكون الذرة مصدر الغذاء الرئيسي فيها، وقد يبلغ التلوث مستويات عالية جداً. وقد يكون القمح مساهماً مهماً في التعرض للفومونيزينات في المجموعات التي يمثل القمح فيها مصدراً مهماً للغذاء وتستهلك الذرة بدرجة أقل.



ذرة ملوثة بالفومونيزين

ترتبط الفومونيزينات في الحيوانات بمجموعة متنوعة من الآثار الصحية

ارتبط الفومونيزين من النمط B_1 ، في جميع أنواع الحيوانات التي اختُبرت، بمجموعة متنوعة من الآثار الصحية الضارة، وخاصة على الكبد والكلى. ومن الأمور التي تثير المخاوف بشكل خاص إمكانية تسبب هذه المادة السامة للسرطان والتي يُعتقد أنها تنجم عقب إخلال المواد السامة لاستقلاب الدهون، مما يؤدي إلى استنفاد الدهون المعروفة باسم الشحومات السيفينغولية وتراكم الدهون المعروفة باسم القواعد السيفينغولية ومستقلبات القواعد السيفينغولية. ويتمثل أحد المخاوف الأخرى في إمكانية حدوث سمية مناعية؛ وقد لوحظ حدوث تخميد للاستجابة المناعية النوعية واللا نوعية بين الخنازير والفئران نتيجة للجرعات القموية المنخفضة، بيد أن البيانات غير قاطعة. وتشمل المخاوف الأخرى إمكانية حدوث استطفار غير مباشر (ضرر للدنا)، ولو أن أغلب البيئات المتاحة حتى الآن تشير إلى أن الفومونيزينات ليست مطفرة مباشرة ولا تُستقلب إلى مركبات متفاعلة مع الدنا. وقد لوحظ أن للفومونيزينات آثاراً على الأداء التوالدي للخنازير والأرانب، كما أنها أحدثت عيوباً خلقية – عيوباً في الأنبوب العصبي – لدى الفئران في بعض الدراسات. وفيما يتعلق بالسمية العصبية المُمكنة للفومونيزينات، في حين يُمكن للمواد السامة أن تحدث تَلْن الدماغ لدى الخيول، يُعتبر من غير المرجح أن الفومونيزينات تُعبر حاجز الدم-الدماغ وتسبب آثاراً سامة للأعصاب؛ وإنما يُعتقد بالأحرى أنها تؤثر عن طريق الإخلال بالوظيفة الوعائية. وبالنسبة للخنازير، جرى أيضاً الربط بين الودمة الرئوية الناجمة عن الفومونيزينات والوظيفة الوعائية المحورة. ومن المرجح أن الوظيفة الوعائية المحورة تنجم عن تراكم القواعد السيفينغولية ومستقلباتها المُفسفرة في الدم.

بالنسبة للبشر، يتمثل أحد المخاوف الرئيسية في إمكانية إسهام التلوث في الإصابة بالسرطان

توجد مخاوف صحية متنوعة فيما يتعلق بالبشر:

- ◆ ثمة اعتقاد بأن هذه المواد السامة تنطوي على إمكانية تسبب تكاثر الخلايا المتجدد، مما يؤدي إلى السرطان في النماذج الحيوانية، بيد أنه لا توجد بيانات على ذلك بالنسبة للبشر – فمن بين التقارير القليلة التي تناولت آثار الفومونيزينات في صفوف البشر، وجدت دراسة واحدة أنه لا يوجد ارتباط يُعتد به بين التعرض للفومونيزينات ومخاطر سرطان الخلايا الكبدية، بينما أشارت دراسة أخرى إلى وجود ارتباط بين تلوث الأرز بالنمط FB_1 وزيادة مخاطر سرطان المريء؛
- ◆ أظهرت دراسة جرت في صفوف النساء في غواتيمالا أن مدخول الفومونيزين من الأغذية المستندة إلى الذرة يرتبط ببيانات تشير إلى اختلال استقلاب الدهون على النحو المشاهد في دراسات السرطنة التي جرت بشأن النماذج الحيوانية؛
- ◆ قد تكون الفومونيزينات سبباً للتقرم – فمن بين دراستين بحثتا الارتباط بين التعرض للسموم الفطرية والنمو خلال مرحلة الطفولة في جمهورية تنزانيا المتحدة، أشارت دراسة إلى أن التعرض للفومونيزينات من الأغذية المستندة إلى الذرة يرتبط باختلال النمو في حين بيّنت الدراسة الأخرى عدم وجود ارتباط يُعتد به مع التقرم أو نقص الوزن في صفوف الرضع؛
- ◆ توحي دراسة عن معدل حدوث عيوب الأنبوب العصبي في صفوف الأمريكيين المكسيكيين جرت في المنطقة الحدودية بين تكساس والمكسيك، بالاقتران مع دراسات بشأن السمية ودراسات وبائية جرت من قبل، بأن تعرض الحوامل للفومونيزين قد يكون عاملاً مساهماً في زيادة مخاطر عيوب الأنبوب العصبي في صفوف الرضع؛
- ◆ حتى الآن، تشير البيانات إلى أن الفومونيزينات ليست حادة السمية.

ومن ثم، فإن المشاهدات بشأن الآثار الصحية لهذه المواد السامة على البشر محدودة، ويقضي الأمر إجراء مزيد من الدراسات لبحث ارتباط التعرض للفومونيزين بمخاطر السرطان واختلال نمو الأطفال وعيوب الأنبوب العصبي لدى البشر.

هناك حاجة إلى إجراءات محسنة للكشف عن الفومونيزينات

استُنبطت طرق عديدة للكشف عن الفومونيزينات في الذرة ومنتجاته الثانوية، مثل استخدام أنماط مختلفة من الكروماتوغرافيا والرحلان الكهربائي ومقاييسه المُمتز المناعي. وبعض هذه الطرق مكلف ومعقد. بيد أن ثمة دراسات جارية لاستنباط إجراء بسيط وسريع وغير مكلف للكشف عن الفومونيزين. وتشير بعض الدراسات التي انطوت على عدد محدود من العينات إلى إمكانية وجود كميات ذات شأن من الفومونيزينات المرتبطة في الذرة غير المعالجة، بيد أن الطرق التحليلية المستخدمة على نحو شائع لا تستطيع قياس وجودها.

وبغية تقدير تعرّض البشر للفومونيزين، يتراد استخدام الواسمات البيولوجية. وأكثر الواسمات البيولوجية استخداماً هي الفومونيزين من النمط FB_1 البولي؛ وقد استخدمت لتقييم فعالية التدخلات الغذائية التي تستهدف المساعدة على الحد من تعرّض البشر للفومونيزين. ويعطي الفومونيزين من النمط FB_1 البولي صورة صادقة للتعرّض للفومونيزينات في الماضي القريب، ولكن في المناطق التي تشكل الذرة فيها غذاءً أساسياً ويرجع أن يحدث التعرّض على مدار العام، قد تشير مستوياته إلى حدوث تعرّض مزمن؛ وقد استخدمت البيانات المستمدة من هذه المناطق للتحقق من آلية الفعل البيوكيميائية في صفوف المجموعات السكانية المعرضة يومياً لكميات كبيرة من الفومونيزين على مدى سنة كاملة.

يجري استنباط طرق للوقاية من الفومونيزينات ومكافحتها

تحدث العدوى بالفوزاريوم وينتج الفومونيزين على الذرة أساساً في بيئة الحقول. ومن النادر أن ينتج الفومونيزين بعد الحصاد.

وفيما يتعلق بالحقول، يجري استنباط محاصيل محوّرة وراثياً. فعلى سبيل المثال، تبين حدوث انخفاض يُعتمد به في مستويات الفومونيزين في ذرة العَصَوِيَّة التورنجيَّة من خلال الحد من الأضرار الناجمة عن الحشرات والعدوى الفطرية التي تعقبها؛ ويجري استنباط محاصيل محوّرة وراثياً أخرى سوف تزيل هي نفسها سمّية السموم الفطرية. وقد استخدمت أيضاً كائنات مجهرية مُضادّة. وتخضع للبحث في المختبر طرق أخرى تستخدم زيوتاً أساسية أو كائنات مجهرية محدّدة (الجراثيم اللاكتيكية وجراثيم حمض البروبيونيك) لمكافحة الفومونيزينات. بيد أن الطريقة الأولية للحد من مخاطر ظهور الفومونيزين في الحقول تتمثل في تنفيذ الممارسات الزراعية الجيدة؛ ويشمل ذلك تنويع المحاصيل المتعاقبة، واستخدام هجائن أو أنواع من النباتات المناسبة للتربة والمناخ، والتقليل إلى أدنى حد من العوامل التي تزيد من إجهاد النباتات، وتنفيذ إدارة جيدة للتربة.

وكانت هناك دراسات عن آثار مختلف إجراءات المعالجة – من فرز وتنظيف ومعالجة حرارية (بما في ذلك البثق) وطحن وتخمين ومعالجة قلووية – على مستويات تلوث الحبوب بالأنماط FB_1 ، FB_2 ، FB_3 ، وفي المقام الأول الذرة. ويعتمد تقليل مستويات الفومونيزين خلال الفرز والتنظيف على مستوى التلوث الابتدائي. وخلال عملية الطحن الرطب، يطرأ انخفاض على الفومونيزينات وذلك في جزء منه بسبب قابلية المواد السامة للذوبان في ماء النقع. وأما منتجات الطحن الجاف فإن توزيع المواد السامة فيها يتوقف على استراتيجيات الطحن المستخدمة. وقد أثبتت المعالجة القلووية التقليدية والتجارية للذرة جدواها في الحد من الآثار السامة للفومونيزين أو منعها تماماً في النماذج الحيوانية. وتتسم مضافات الأعلاف التي تحقق نفس النتائج التي تحقّقها المعالجة القلووية أيضاً بالفعالية في سبيل الحد من سمّية الفومونيزين.

ويقتضي الأمر مزيداً من الدراسات لتحليل الفومونيزينات المرتبطة التي تنشأ خلال المعالجة، بما في ذلك الطهي، واختبار سمّية الفومونيزينات المرتبطة في النماذج الحيوانية. وقد بينت الدراسات القليلة التي جرت حتى الآن أن بعض العمليات، مثل البثق والطهي مع الغلوكوز والمعالجة القلووية، تُنتج أعلافاً أقل سمّية أو غير سامة على الإطلاق في النماذج الحيوانية المستخدمة.

منظمة الصحة العالمية تدعم البلدان في مكافحة الأفلاتوكسينات

تعكف منظمة الصحة العالمية، بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة، على تقييم الجوانب العلمية وتثبيت تقديرات للمخاطر من أجل تحديد مستويات التعرّض المأمون. واستناداً إلى تقديرات المخاطر هذه، يوصى بمستويات قصوى من الأفلاتوكسينات في مختلف الأغذية. وتشكّل هذه المستويات أساس اللوائح الوطنية الرامية إلى الحد من التلوث.

وكانت الفومونيزينات، منذ أن استرعت الانتباه لأول مرّة في ستينيات القرن الماضي، موضع تقييم للسمّية وتقدير للتعرّض الغذائي من جانب لجنة الخبراء المشتركة بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية والمعنية بالمضافات الغذائية. وتوفّر هذه التقييمات المعلومات لهيئة الدستور الغذائي¹ التي تعمل، منذ عام 1963، على وضع معايير دولية متوائمة للأغذية من أجل حماية صحة المستهلكين وضمان ممارسات تجارية عادلة.

وتحدّد معايير الدستور الغذائي المستويات القصوى للملوثات والسموم الطبيعية كالفومونيزينات في الأغذية، وهي المرجع للتجارة الدولية في الأغذية، لكي يكون المستهلكون في كل مكان واثقين من أن الأغذية التي يشترونها تفي بمعايير متفق عليها بشأن السلامة والنوعية، بصرف النظر عن مكان إنتاجها. والمستويات القصوى للفومونيزينات في الحبوب المستمدة من الذرة غير المعالجة وديقيق الذرة والوجبات الغذائية المستندة إلى الذرة هي 4000 و2000 ميكروغرام/كغ (الميكروغرام هو جزء من مليون $[10^{-6}]$ من الغرام)، على التوالي. وبغية الوقاية من مخاطر الفومونيزينات في الأغذية والعلف والحد منها، يتضمن الدستور الغذائي أيضاً مدونات لقواعد الممارسة تبين بالتفصيل تدابير الوقاية.

¹ هيئة حكومية دولية مشتركة بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية تضم 187 دولة عضواً ومنظمة عضو واحدة (الاتحاد الأوروبي): <http://www.codexalimentarius.org>

ودعماً لهذا العمل، تجمع منظمة الصحة العالمية بيانات تلوث الأغذية من مؤسسات معترف بها على الصعيد الوطني عن طريق برنامج رصد تلوث الأغذية وتقييمه المنبثق عن النظام العالمي لرصد البيئة التابع للمنظمة². وتوفّر قاعدة بيانات الملوثات التي يتضمنها البرنامج المعلومات للحكومات ولهيئة الدستور الغذائي وسائر المؤسسات المعنية، وكذلك للجمهور، عن مستويات الملوثات واتجاهاتها في الأغذية.

وقد أنشأ البرنامج المذكور أيضاً قاعدة بيانات «النظم الغذائية للمجموعات الاستهلاكية» التي توفّر نظرة عامة على أنماط استهلاك الأغذية على الصعيد العالمي من خلال 17 نمطاً غذائياً (تستند إلى خيارات المجموعات السكانية للأغذية) تغطي أكثر من 180 بلداً. وتسمح هذه التقديرات، جنباً إلى جنب مع مستويات التلوث المبلغ عنها، بتقدير تعرّض المجموعات السكانية الممكن للملوثات من قبيل الفومونيزينات في الأغذية. وتستند هذه النظم الغذائية إلى بيانات «كشوف الميزانية الغذائية» التي تجمعها منظمة الأغذية والزراعة، والتي تُستخدم على نحو روتيني من جانب الهيئات الدولية المعنية بتقدير المخاطر.

وتعتمد دقة تقديرات التعرّض الغذائي على المستوى القطري، المستندة إلى البيانات المدخلة في قاعدتي بيانات التلوث والنظم الغذائية التابعتين للنظام العالمي لرصد البيئة، إلى حدّ كبير على نوعية/دقة البيانات المستخدمة لتوصيف الظروف في البلدان المحددة والتي قد تتفاوت تفاوتاً كبيراً.

تعكف السلطات الوطنية على وضع لوائح للحدّ من التلوث

يقتضي الأمر خفض التعرّض للفومونيزينات إلى أدنى قدر ممكن من أجل حماية المستهلك. ولدى العديد من البلدان لوائح تُنظّم الفومونيزينات في الغذاء وتحدّد المستويات القصوى المقبولة، ولدى أغلبها مستويات مسموح أو موصى بها لمختلف المواد الغذائية. وتُلحق الفومونيزينات ضرراً بالصحة وبالفرص في مجال الأعمال، وما فتئت البلدان المستوردة تفرض بشأنها لوائح أكثر صرامة.

وتوصيات الدستور الغذائي والمستويات القصوى ومدونات قواعد الممارسة المذكورة أعلاه تفيد في توجيه السلطات الوطنية.

ما يُمكن للمستهلكين عمله

تتعرض الذرة أحياناً للتلوث بالفومونيزينات، ويتعيّن على المستهلكين الذين يستند نظامهم الغذائي الأساسي إلى الذرة إيلاء مزيد من الاهتمام لتقليل مخاطر التعرّض لهذه المواد السامة إلى أدنى حدّ. وبالنظر إلى أن أغلب تدابير تلافي التلوث بالفومونيزين تجري قبل الحصاد، ليس لدى المستهلك سوى فرص قليلة لتقليل المخاطر إلى أدنى حدّ. ويُنصح المستهلك بما يلي:

- ◆ إزالة الحبوب التي تبدو عليها أعراض الإصابة أو الضرر قبل الأكل/التخزين؛
- ◆ شراء الذرة والقمح وسائر الحبوب طازجة قدر الإمكان؛ ومزروعة قرب المنزل قدر الإمكان، والتي لم تُنقل على مدى فترة طويلة؛
- ◆ التأكد من تخزين الأغذية بطريقة سليمة – الاحتفاظ بها خالية من الحشرات وجافة في مكان ليس شديد الحرارة – والتأكد من عدم الاحتفاظ بالحبوب لمدد طويلة قبل استخدامها؛
- ◆ شراء الذرة ذات العلامة التجارية المرموقة فقط؛
- ◆ التخلّص من الأغذية التي تبدو عليها علامات التعفن. فالأغذية العفنة قد تكون ملوثة بسموم فطرية من قبيل الفومونيزينات وقد تكون مضرّة إذا أكلت، بالنظر إلى أن العفن لا ينمو على السطح فحسب وإنما يتخلل الأغذية بعمق. وعلى الرغم من أن مستويات الفومونيزينات قد تنخفض نتيجة للتسخين، فإن النتائج المستمدة من مختلف الدراسات تتفاوت، ويقتضي الأمر مزيداً من العمل لتحديد ما يحدث للفومونيزينات في الأغذية المسخّنة؛
- ◆ محاولة ضمان أن نظامه الغذائي متنوّع؛ فذلك لا يساعد على التخفيف من التعرّض للفومونيزينات فحسب وإنما يُحسّن أيضاً الصحة والتغذية.

لمزيد من المطالعة (المراجع)

Evaluation of certain contaminants in food (Eighty-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series: WHO Technical Report Series, No.1002, 2017.

Evaluation of certain mycotoxins (Fifty-sixth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 906, 2002.

Evaluation of certain food additives and contaminants (Seventy-fourth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 966, 2011

JECFA report and additional information are available at www.who.int/foodsafety/areas_work/chemical-risks/en/

² http://www.who.int/foodsafety/areas_work/chemical-risks/gems-food/en/