

ESQUEMA DE ACCIONES PARA EVITAR, CONTROLAR Y DESINFECTAR PRODUCTOS DE HONGOS Y AFLATOXINAS

J. Armijo C.¹, J. Calderón²

RESUMEN

Las aflatoxinas son un grupo de sustancias altamente tóxicas producidas por ciertas especies de *Aspergillus*, especialmente *A. flavus*, que contaminan productos agrícolas tales como granos de maíz, maní, semilla de algodón, alimentos para animales, entre otros. Estudios experimentales muestran que las aflatoxinas son cancerígenas. En este trabajo se propone un esquema general de acciones para evitar, controlar y desinfectar productos contaminados con aflatoxinas. El tratamiento pos cosecha del producto implica procesos de secado y almacenamiento a temperatura de 5 °C y humedad relativa por debajo de 80%. La técnica del ozono gaseoso para desinfectar productos contaminados representa la mejor alternativa, ya que no genera residuos, no daña el producto y es un elemento seguro.

Palabras clave: Aflatoxinas, desinfección, ozono, esquema, acciones.

PLAN OF ACTIONS TO PREVENT, CONTROL AND DESINFECT CONTAMINATED PRODUCTS OF FUNGI AND AFLATOXINS

ABSTRACT

Aflatoxins, a group of highly toxic substances produced by certain species of *Aspergillus*, especially *A. flavus*, have been found to occur in agricultural products such as corn, peanuts, cotton seed, animal feed, and many varieties of nuts. Experimental studies show that aflatoxins are carcinogenic. This paper proposes a plan of actions to prevent, control and disinfecting products contaminated with aflatoxins. Post harvest treatment of the product involves drying and storage temperature of 5 °C and relative humidity below 80%. The technique of ozone gas to disinfect contaminated products represents the best alternative because does not generate waste, the product is not damaged and the ozone gas is safe.

Keywords: Aflatoxins, disinfection, ozone, plan, actions.

INTRODUCCIÓN

La presencia de hongos en los alimentos fue considerada, por mucho tiempo, como un problema de apariencia y de molestia pasajera. Pero los hongos contaminan los alimentos y allí producen micotoxinas que tienen efectos adversos sobre los organismos vivos, animales y humanos. Una de las micotoxinas considerada como el cancerígeno más potente son las aflatoxinas.

Existen cientos de tipos de hongos conocidos como mohos y solo un grupo reducido de éstos tienen la capacidad de producir

aflatoxinas. La Tabla N° 1 muestra las diferentes toxinas producidas por diferentes hongos:

Tabla N° 1. Toxinas producidas por diferentes géneros de hongos en la naturaleza.

Fusarium	Penicillium	Aspergillus
Zearalenona	Ochratoxina	Aflatoxina
Fumonisin	Patulina	Ochratoxina
Tricoteceno		

Los mohos verde-amarillentos que pertenecen al grupo *Aspergillus flavus* son los únicos capaces de producir aflatoxinas, a

¹ Departamento Académico de Operaciones Unitarias, FQIQ, UNMSM, jarmijocarranza@hotmail.com

² Departamento Académico de Operaciones Unitarias, FQIQ, UNMSM, (+)

este grupo pertenecen las especies *A. parasiticus* y *A. nomius*. No obstante, se debe indicar que no todos los aislados de estos hongos producen aflatoxinas. Las especies de *Aspergillus* se encuentran en cualquier parte del mundo, y pueden crecer en una gran variedad de condiciones ambientales y sobre una gran cantidad de alimentos. La presencia de *Aspergillus* no necesariamente implica presencia de aflatoxinas, pues hay cepas no toxigénicas; sin embargo, lo que es más interesante, la ausencia de *Aspergillus* en el alimento no necesariamente implica que el alimento no tenga aflatoxinas, debido a que la toxina puede persistir aun después que el moho ha desaparecido e incluso después de la cocción del alimento.

Químicamente, las aflatoxinas son un grupo de metabolitos heterocíclicos, estrechamente relacionados entre sí, sintetizados principalmente por las especies *Aspergillus*.

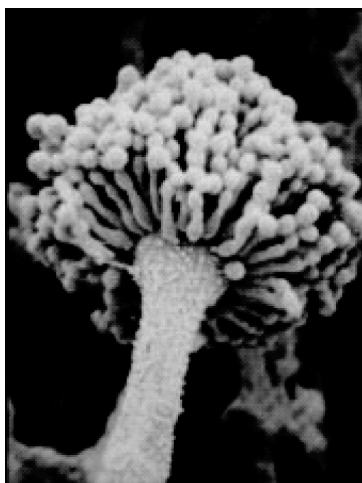


Figura N.º 1. *Aspergillus flavus* visto bajo un microscopio electrónico.

Aunque han sido identificados al menos 20 tipos diferentes de aflatoxinas, las más comunes son:

- Aflatoxina B1 (AFB1), es metabolizada a aflatoxina M1 (AFM1).
- Aflatoxina B2 (AFB2).
- Aflatoxina G1 (AFG1).
- Aflatoxina G2 (AFG2).

La AFB₁ es la más común de las cuatro y presenta mayor toxicidad.

La aflatoxina M1 (AFM1) es el derivado 4-hidroxi de la AFB1 y es excretada en la leche de las hembras de mamíferos que consumen AFB1 en su dieta. Tanto la AFB1 como la AFM1 son compuestos hepatotóxicos y carcinogénicos y sus efectos sobre la salud pública constituyen una preocupación constante.

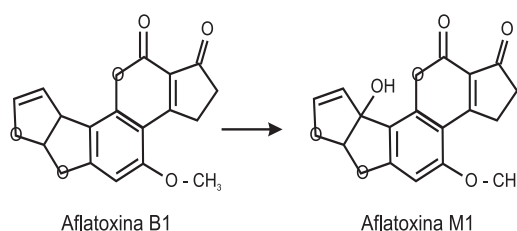


Figura N.º 2. Biotransformación de la aflatoxinas B₁ en aflatoxina M₁.

El crecimiento de los hongos y la producción de las aflatoxinas son afectados por la temperatura, el tiempo, el pH, la humedad, la actividad del agua, la atmósfera de almacenamiento, la presencia de minerales o carbohidratos o la presencia de minerales, carbohidratos o de sustancias inhibidoras como la lactosa y finalmente la capacidad toxigénica del hongo.

Las aflatoxinas se han detectado en la leche, queso, maíz, maní, algodón, nueces, almendras, higos y una gran variedad de alimentos para animales. Leche, huevos y carne son algunas veces contaminados por el consumo de alimento para animales contaminados. Sin embargo, los productos básicos con el más alto riesgo de contaminación por aflatoxinas son el maíz, maní y semillas de algodón.

La ingesta de aflatoxinas en dosis bajas, medias o altas causan efectos tanto de corta duración (agudos), como aquellos que pudieran durar meses o años (crónicos). Entre las principales manifestaciones asociadas a la exposición de estas sustancias, están el daño hepático y renal, mutagénesis, teratogénesis, carcinogénesis,

inmunosupresión y citotoxicidad, hasta causar la muerte.

La aflatoxicosis es una enfermedad hepática y la susceptibilidad de los individuos animales depende de la especie, la edad, el sexo y la nutrición. Se ha demostrado que las aflatoxinas B1, M1 y G1 causan varios tipos de cáncer en diferentes especies animales.



Figura N.º 3. Observe los tumores desarrollados en el hígado de la trucha (foto derecha) alimentado con alta dosis de aflatoxina B1, comparada con el hígado (foto izquierda) de trucha normal.

La presencia del moho y la toxina en el ambiente se consideran un problema casi inevitable y cada país ha regulado la máxima cantidad de aflatoxinas permitida en los alimentos. Para la mayoría de productos, en los Estados Unidos, es máximo 15-20 mg/kg y 0.5 mg/kg en leche; mientras la Comunidad Europea considera que debe ser máximo 5 mg/kg y 0.05 mg/kg respectivamente. La mayoría de países latinoamericanos no tienen regulaciones o son muy laxos en la aplicación de estos reglamentos. Por ejemplo, Colombia acepta hasta 50 mg/kg.

En el presente trabajo proponemos un esquema de acciones que implementadas adecuadamente pueden eliminar o controlar la presencia de aflatoxinas.

Propuesta de esquema de acciones para evitar, controlar y desinfectar productos de hongos y aflatoxinas

Prácticamente todos los animales en la cadena alimenticia pueden ser afectadas por la exposición a los alimentos y piensos contaminados, inclusive los humanos, quienes pueden ser expuestos directamente a las toxinas mediante manipulación y consumo

de granos o indirectamente mediante consumo de compuestos no metabolizados o productos metabolizados tóxicos en carne contaminada o productos derivados de animales vivos (ejemplo: queso y leche). La contaminación de productos agrícolas básicos con micotoxina, tales como maíz, trigo, centeno, arroz, cebada, avena, maní, pecanas, soja, semilla de algodón, manzanas, uvas, alfalfa, sorjo, y hierbas para forraje pueden dar como resultado grandes pérdidas económicas en todos los niveles de producción de alimentos (costo de prevención pre-cosecha, tratamiento post-cosecha, disminución de la calidad, pérdida de granos contaminados, disminución de la productividad animal, incremento de pérdida de productos derivados de animales).

Por lo tanto, existe la necesidad de técnicas, métodos y mecanismos que puedan ayudar a reducir los niveles de múltiples micotoxinas en alimentos para animales vivos y comida para consumo humano.

La Figura N.º 4 muestra el conjunto integral de acciones como propuesta para reducir la contaminación de hongos y mico toxinas. El conjunto de acciones son:

1. Realizar buenas prácticas agronómicas.
2. Identificar y separar productos contaminados.
3. Implementar un sistema de almacenamiento de productos en condiciones de humedad y temperatura controladas.
4. Desinfectar productos contaminados.
5. Desarrollar variedades con resistencia genética.

1. Buenas prácticas agronómicas

El crecimiento de hongos y el desarrollo de la aflatoxinas en las plantas es consecuencia del estrés ambiental producto del calor, los insectos y drogas. Todas las técnicas que se puedan realizar para fortalecer el cultivo durante el desarrollo

de la planta disminuyen la probabilidad de ocurrencia de aflatoxinas.

Las buenas prácticas de cultivo y el empleo de variedades de semillas producidas para resistir a la infestación fúngica de las semillas y plagas de insectos, así como el uso de plaguicidas adecuados y aprobados, representan medidas preventivas razonables para luchar contra la contaminación en el campo. Pero incluso aplicando esas prácticas, las condiciones creadas por el medio ambiente y/o las prácticas agrícolas tradicionales pueden, sin embargo, hacer fracasar cualquier medida preventiva.

Durante la cosecha, dependiendo del producto, las etapas de arrancado y descapotado deben conducirse de manera apropiada para minimizar el crecimiento del hongo.

El producto debe ser arrancado de la planta en el momento adecuado de madurez. Los granos inmaduros o los pasados de madurez son más susceptibles al ataque de hongos. El grano debe ser oreado rápidamente ya que el hongo crece rápidamente y necesita solo unas pocas horas para producir aflatoxinas, especialmente, cuando el grano tiene un alto contenido de humedad y la temperatura es superior a los 25 °C.

Debe evitarse el daño mecánico, sobre vainas y granos, porque lo predispone al ataque de hongos y formación de aflatoxinas. Una buena regulación de las máquinas cosechadoras evita la recolección excesiva de impurezas (tierra, malezas y otros restos) que favorecen el desarrollo del hongo y producción de aflatoxinas. Finalmente, es muy importante limpiar bien las descapotadoras y equipos (acoplados, tolvas, cintas, etc.) antes y después de operarlos para eliminar los restos de cosecha, porque constituyen una fuente frecuente de contaminación de aflatoxinas.

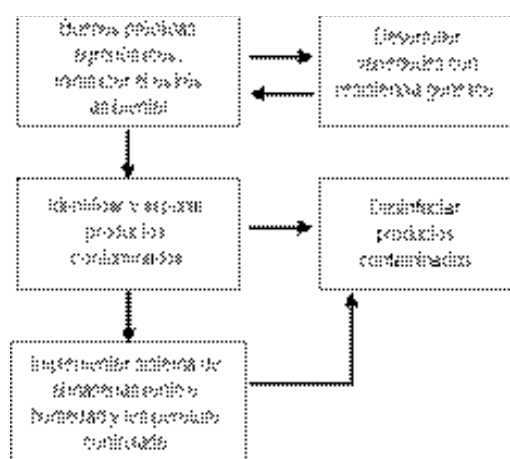


Figura N.º 4. Esquema general de acciones a desarrollar para reducir la contaminación de hongos y micotoxinas.

2. Identificar y separar productos contaminados.

La identificación de granos deteriorados se realiza mecánicamente por el personal debidamente capacitado y con protección de máscaras de seguridad biológica y vestimenta especial como guantes de látex, calzados y gorros apropiados.

De forma simultánea a la separación mecánica, puede utilizarse lámparas fluorescentes, debido a que las aflatoxinas B y G emiten luz ultravioleta de onda larga, excitándose a 225-365 nm y emitiendo a 425-450 nm, con lo cual pueden ser observadas debido a que producen luz azul ("blue") o verde ("green").

Por otro lado, debe implementarse un laboratorio de análisis que permita confirmar la presencia de aflatoxinas.

Los métodos para detectar aflatoxinas son:

- Cromatografía en capa fina.
- Cromatografía líquida.
- Cromatografía de afinidad por anticuerpos monoclonales (AFLATEST): Método utilizado para el análisis de aflatoxinas totales (AFB1 + AFB2 + AFG1 + AFG2).

- d) Cromatografía líquida de alta resolución con detección por fluorescencia.
- e) Método de cuarteo: utilizado para obtener una submuestra y determinar la humedad y la cantidad de aflatoxinas presente en gramos.
- f) Método microbiológico: que utiliza procedimientos de observación directa, tintoriales y cultivo, para la detección y confirmación de la presencia del agente causal.
- g) Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR): método empleado para hallar la presencia del agente causal.
- h) Kit Veratox AST (ELISA competitivo directo): empleado también para la determinación de aflatoxinas totales (AFB1 + AFB2 + AFG1 + AFG2).

En la patente U.S. 4,535,248 (1985), John Schade *et al.* proponen un método para detectar aflatoxinas presentes en almendras, basado en la fluorescencia de color violeta-púrpura que emiten cuando se exponen a luz ultravioleta de onda larga.

En la patente U.S. 4,895,808 (1990), Thomas Romer propone un método y un aparato para adsorber y detectar micotoxinas, se resalta el hecho que el aparato puede implementarse fácilmente en el campo donde no se tiene acceso a un laboratorio.

Los productos que verifican la presencia de hongos y aflatoxinas pueden reutilizarse después de las siguientes acciones:

- a) Mezclarse con productos sanos para diluir la concentración. Esta técnica, que es utilizada también por países industrializados, implica un riesgo potencial para los consumidores, pero ayuda a evitar grandes pérdidas económicas y a cumplir con los parámetros de control exigidos.
- b) Pasar por una etapa de descontaminación.
- c) Los ingredientes contaminados con AFB1, a niveles por encima

del máximo permisible, pueden ser utilizados en la fabricación de alimentos para pollos de engorde y/o aves de postura, ya que estas aves tienen una resistencia intrínseca a la AFB1 que les permite tolerar niveles que serían letales para una especie sensible como, por ejemplo, el cerdo. Es indispensable evitar que ingredientes contaminados con AFB1 sean utilizados en la elaboración de alimento para vacas.

3. Implementar un sistema de almacenamiento a condiciones de humedad y temperatura controlada

El *Aspergillus* requiere ciertas condiciones especiales para su crecimiento y producción de aflatoxinas. El moho puede crecer desde 4 °C hasta 45 °C, mientras que la toxina puede ser producida desde 11 °C hasta 35 °C, con un óptimo de 22 °C y una humedad relativa del 80-90%. La cepa más relacionada con la producción de aflatoxinas es el *Aspergillus flavus*, siguiendo en importancia el *Aspergillus parasiticus*. Los productos alimenticios sirven como sustrato favoreciendo el crecimiento del *Aspergillus*.

El secado artificial es el arma más efectiva que tenemos para asegurar, a través de los años, la calidad del producto cosechado y disminuir el riesgo de aflatoxinas.

Una de las primeras acciones con el producto recién retirado del campo, previamente limpiada, puede ser el secado mediante chorros de aire.

Las condiciones de temperatura, tiempo y humedad final depende de cada producto, estas condiciones deben investigarse en laboratorio para evitar dañar el producto. Por ejemplo, en el caso del maní se recomienda no calentarse por encima de 35 °C, no secar a una velocidad de extracción de humedad superior al 0,5% por hora y terminar la operación obteniendo un maní con una humedad no superior al 9%. En el caso de las

semillas de castañas el secado dura entre 30 y 40 horas, y se reduce la humedad a un 3%. Durante las 10 primeras horas el secado se realiza a 40 °C, posteriormente a 60 °C.

El secado artificial se puede realizar mediante carros secadores, silos secadores y secadoras de sistema continuo.

Los principios de almacenamiento para productores, acopiadores e industriales son los mismos, requieren sanidad y limpieza de las instalaciones y un buen control de la ventilación para proveer un ambiente fresco y seco. Además, la base de una buena conservación está en almacenar el grano sin daño mecánico, seco, sano, limpio, libre de insectos y de otros contaminantes. Durante esta etapa de almacenamiento primario (estibas con bolsones, trojes, silos y celdas), hasta su entrega o procesado, puede ocurrir el deterioro del producto y el desarrollo de aflatoxinas si no se cumplen ciertos requisitos. El primer requisito radica en limpiar el grano que se almacena, el segundo requisito es almacenar el grano sin daño mecánico y seco.

El almacenamiento de productos húmedos y la poca ventilación favorece el desarrollo de aflatoxinas debido que en el día la humedad, del producto, tiende a evaporarse y en la noche, debido a la disminución de temperatura, esta humedad condensa y precipita sobre el producto almacenado.

Es muy importante usar bolsas de materiales impermeables a la humedad y a la vez que permita eliminar el vapor de agua acumulado en el interior.

Como regla general, se puede decir que los sistemas de ventilación deben tener ventiladores en un extremo de la celda y en el otro extremo ventanas que permiten la entrada del aire. Estas últimas aberturas deben tener un tamaño el doble mayor que la superficie ocupada por los ventiladores, para permitir una adecuada

corriente de aire. Ambas aberturas deben estar protegidas contra la entrada de pájaros.

El control de insectos debe ser preventivo y lo más estricto posible para evitar el daño al producto. Se deben extremar todas las medidas para evitar la presencia de pájaros y roedores en las instalaciones de almacenamiento, ya que éstos son importantes agentes de transmisión de enfermedades, causadas por hongos y bacterias, que afectan a los seres humanos.

Durante la etapa de almacenamiento es necesario disponer de un sistema de monitoreo y control permanente de la calidad del producto. Esto es imprescindible para prevenir los problemas y evitar el deterioro. Es fundamental la planificación y el registro de todas las actividades de seguimiento y control.

En el caso del maní en granos, por ejemplo, se recomienda las siguientes condiciones para evitar el riesgo de aflatoxinas.

Para una conservación a corto plazo:
(valores máximos)

Humedad del grano: 8%.

Humedad relativa ambiente: 70%.

Temperatura ambiente: 20 °C.

Para una conservación a mediano plazo:
(valores máximos)

Humedad del grano: 8%.

Humedad relativa ambiente: 60%.

Temperatura ambiente: 5 °C.

Estas condiciones cambian dependiendo de la naturaleza de cada producto.

Cuando el producto es preparado para la exportación es recomendable que las bolsas contengan elementos absorbentes que posean la propiedad de absorber la mayor cantidad posible de agua que pueda evaporar durante el transporte hacia el país destino.

4. Desinfección de productos contaminados

En años recientes se han propuesto diferentes métodos, estrategias y mecanismos para eliminar aflatoxinas de productos contaminados. Una rápida revisión de patentes en el tema se describen a continuación.

U.S. Patente 3,634,093 (1972) Chian L. Huang: propone un proceso para desintoxicación de alimento para animales, que consiste básicamente en el lavado con agua y posterior desinfección con un alcohol orgánico de 1 a 9 átomos de carbono.

U.S. Patente 5,165,946, Taylor et al. (1992): proponen un aditivo para alimento de animales que elimina los efectos adversos de micotoxinas. El aditivo se compone de minerales de arcilla como montmorilonitas de sodio, montmorilonitas de calcio, bentonita de calcio, saponitas, hectoritas y otros; y de un agente secuestrante tales como acetatos de sodio, potasio, y calcio; citratos de sodio, potasio, calcio; sales de sodio calcio de EDTA, metafosfatos, pirofosfatos; etcétera. El aditivo se une a las aflatoxinas secuestrándolas o inactivándolas durante la ingesta, posteriormente esta es eliminada en las heces del animal.

U.S. Patente 4,436,756 (1984) Canella M. y G. Sodini: proponen un método para la extracción de micotoxinas de las harinas vegetales. Se utiliza solvente orgánico que contiene al menos un grupo polar juntamente con soluciones de electrolito.

U.S. Patente 6,120,822 (2000) Adrian Denvir, *et al.*: proponen un sistema que usa ozono gaseoso para descontaminar productos agrícolas contaminados con toxinas y microorganismos. U.S. Patente 6,294,211 B1(2001) James Yuan y Edward Steiner: proponen también un proceso con ozono gaseoso para desinfectar y/o sanear productos alimenticios, el cual reduce o elimina microorganismos patógenos, bacterias o hongos y virus.

U.S. Patente 6,391,618 B1 (2002) Ling Yuk Cheung: esta invención está basada en el hecho que algunas células de levadura pueden ser activadas por campos electromagnéticos de cierta frecuencia para degradar o convertir ciertos contaminantes ambientales, algunos antibióticos y solventes orgánicos, hasta productos finales no dañinos ambientalmente.

U.S. Patente 6,653,519 B2 (2003) Olga Koper, *et al.*: en este trabajo se propone métodos y composiciones para destruir agentes biológicos, tales como toxinas y bacterias, al colocar en contacto el producto infectado con óxidos de metal finamente divididos o nano-cristales de hidróxidos.

U.S. Patente 0136835 A1 (2007) Abhaya Dandekar y Ryann Muir: en este trabajo se propone métodos de aplicación del ácido gálico para prevenir la contaminación con aflatoxinas.

La variedad de propuestas indican la constante preocupación por buscar métodos relativamente baratos, efectivos y que no generen subproductos o dañen el producto que se va a desinfectar.

De las propuestas revisadas, nos parece que dos de ellas se ajustan a los requerimientos señalados.

La patente U.S. 0136835 A1 (2007) que propone aplicar, el ácido gálico, externamente a la planta, o partes de la planta, a la tierra, a los frutos vegetales o a los granos. El ácido gálico aplicado debe ser lavado posteriormente antes de la distribución del producto. El ácido gálico puede obtenerse por fermentación enzimática de los taninos que contiene la tara (*Caesalpinia spinosa*). El Perú ostenta el 80% de la producción mundial de tara.

Por otro lado, la patente U.S. 6,120,822 (2000) propone el uso del gas ozono como medio para desinfectar productos contaminados con aflatoxinas. El ozono es un gas que se obtiene por procesos electroquímicos, por descarga de arco

o someter el oxígeno a radiación ultravioleta con una longitud de onda de 200 nm. El ozono ha sido usado por décadas para esterilizar y preservar alimentos; y el Departamento de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos le ha concedido el estatus de seguro, GRAS (Generally Recognized As Safe). El mecanismo que se propone consta de una cámara donde se coloca el producto a tratar, el cual está provisto de un distribuidor vertical del gas ozono, de tal manera que se asegure una distribución homogénea sobre el producto (Figura N.º 5).

5. Desarrollar variedades con resistencia genética

Aunque nosotros no hemos profundizado la búsqueda en este tema, hallamos que la patente U.S. Patent 0136835 A1(2007), Abhaya Dandekar y Ryann Muir, propone generar plantas transgénicas con elevado contenido de ácido gálico que se conoce que es un inhibidor de la síntesis de aflatoxinas por parte del *Aspergillus flavus*. La patente reclama que el contenido de ácido gálico puede incrementarse entre 20% a 500% del valor natural.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las aflatoxinas son toxinas producidas por el hongo *Aspergillus*, en particular una variedad, la aflatoxina AFB1 es la más letal y contaminante de muchos productos agrícolas tales como granos y comida para animales. Diferentes métodos se han propuesto para evitar la contaminación con aflatoxinas. Un proceso integral debe delinear acciones que involucre el debido control del producto desde el campo, pasando por la cosecha y tratamiento poscosecha.

Una etapa importante de la poscosecha lo constituye el secado y almacenamiento bajo condiciones de humedad y temperatura controladas cuyos valores dependen de la naturaleza de cada producto, por lo que se hace necesario realizar investigaciones en el laboratorio para determinar las condiciones

óptimas que no permitan dañar el producto. Aunque en general se recomienda almacenar a temperaturas de 5 °C y humedad relativa menor a 80%.

Si el producto se encuentra infectado, la técnica del ozono (U.S. Patent 6,120,822) puede ser la mejor alternativa. En productos almacenados por largo tiempo puede usarse óxidos e hidróxidos de metales a escala de nanopartículas como adsorbente de toxinas (U.S. Patent 6,653,519 B2).

El desarrollo de plantas transgénicas con elevada resistencia a las aflatoxinas es otra alternativa a desarrollar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] U.S. Patent 5,165,946 (1992), Dennis Taylor, K. Delaney, T. Phillips, Animal feed additive and method for inactivating mycotoxins present in animal feeds.
- [2] U.S. Patent 6,120,822 (2000), Adrian Denvir, K. Scott McKenzie, T. Rogers, D. Miller, D. Hitchens, C. Andrews, Apparatus and methods of food decontamination by treatment with ozone.
- [3] U.S. Patent 6,899,907 (2005), Adelmo Monsalve- Gonzalez, L. Metzger, A. Prakash, M. Subhash Valanju, J. Roufs, Bleach bran and bran products.
- [4] U.S. Patent 3,634,093 (1972), Chian L., Huang, Detoxication of tung meal.
- [5] U.S. Patent 4,895,808 (1990), Thomas R. Romer, Method and apparatus for adsorption detection.
- [6] U.S. Patent 5,871,800 (1999), Dewey George, R. Rigge, D. Williams, R. Hansberry, Method for bleaching nuts.
- [7] U.S. Patent 4,535,248 (1985), John E. Scahde, D. King Jr., Method for detecting aflatoxin in almond.
- [8] U.S. Patent 6,572,907 B1 (2003), Greg Gorang, M. Lunt, P. Mattson, M. Paloncy, Method for drying walnuts.

- [9] U.S. Patent 4,436,756 (1984), Marco Canella, G. Sodini, Method for extracting mycotoxins from vegetable flours.
- [10] U.S. Patent 6,497,909 B1 (2002), Lloyd Metzger, Method of bleaching cereal grain.
- [11] U.S. Patent 7,101,580 B2 (2006), Lloyd Metzger, Method of bleaching cereal grain.
- [12] U.S. Patent 6,294,211 B1 (2001), James T.C. Yuan, E. Steiner, Method of disinfecting a foodstuff using gaseous ozone.
- [13] U.S. Patent 6,391,618 B1 (2002), Ling Yuk Cheung, Methods and compositions for degrading environmental toxins.
- [14] U.S. Patent 0136835 A1 (2007), Abhaya Dandekar, R. Muir, Organisms with elevated levels of gallic acid/polyphenol oxidase and methods of generating such organisms.
- [15] U.S. Patent 6,653,519 B2 (2003), Olga Koper, K. Klabunde, L. Martin, K. Knappenberger, L. Hladky, S. Decker, Reactive nanoparticles as destructive adsorbents for biological and chemical contamination.
- [16] U.S. Patent 6,134,944 (2000) Conrad Yu, J. Koo, System and method for preconcentrating, identifying, and quantifying chemical and biological substances.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue realizado para el Consejo de Transferencia e Innovación del Vicerrectorado de Investigación de la UNMSM.



US006120822A

United States Patent [19]

Denvir et al.

[11] Patent Number: 6,120,822

[45] Date of Patent: *Sep. 19, 2000

[54] APPARATUS AND METHOD OF FOOD DECONTAMINATION BY TREATMENT WITH OZONE

[75] Inventors: **Adrian J. Denvir**, College Station; **K. Scott McKenzie**, Bryan; **Thomas D. Rogers**, Wheelock; **Douglas R. Miller**, College Station; **G. Duncan Hitchens**, Bryan; **Craig C. Andrews**, College Station, all of Tex.

[73] Assignee: **Lynntech, Inc.**, College Station, Tex.

[*] Notice: This patent issued on a continued prosecution application filed under 37 CFR 1.53(d), and is subject to the twenty year patent term provisions of 35 U.S.C. 154(a)(2).

[21] Appl. No.: 09/018,614

[22] Filed: Feb. 4, 1998

[51] Int. Cl.⁷ A21D 4/00

[52] U.S. Cl. 426/320; 426/331; 426/335; 426/532; 426/442; 99/467; 99/473; 99/474; 99/477; 99/478; 99/479; 422/28; 422/29; 422/32; 422/33

[58] Field of Search 426/312, 320, 426/331, 335, 532, 442; 422/28, 29, 32, 33; 99/467, 473, 474, 477, 478, 479

[56] References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

2,339,507	1/1944	Nagy et al.	426/312 X
2,635,051	4/1953	Giacinto .	
3,341,280	9/1967	Eolkin .	
3,592,641	7/1971	Rayner et al.	426/312
4,035,518	7/1977	Carmona et al.	426/231
4,335,148	6/1982	Vidal et al.	426/319
4,350,709	9/1982	Vidal et al.	426/319
4,421,774	12/1983	Vidal et al.	99/477
4,549,477	10/1985	McCabe, Jr. .	
4,795,651	1/1989	Henderson et al.	426/456
5,011,699	4/1991	Mitsuda .	
5,165,946	11/1992	Taylor et al.	426/74
5,227,184	7/1993	Hurst	426/312

5,230,160	7/1993	Gross et al.	34/1 T
5,403,602	4/1995	Endico	426/335 X
5,460,705	10/1995	Murphy et al.	204/252
5,498,431	3/1996	Lindner	426/238
5,635,039	6/1997	Cisar et al.	204/252
5,783,242	7/1998	Teague	426/312 X

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

02224946	8/1990	Japan .
04346800	12/1992	Japan .

OTHER PUBLICATIONS

Chatterjee et al., "Destruction of Phagocytosis-Suppressing Activity of Aflatoxin B1 by Ozone", Letters in Applied Microbiology, vol. 17, pp. 52-54, 1993.

McKenzie et al., "Oxidative Degradation and Detoxification of Mycotoxins using a Novel Source of Ozone", Food Chemical Toxicology, vol. 35, pp. 807-820, 1997.

Young, J.C., "Reduction in Levels of Deoxynivalenol in Contaminated Corn by Chemical and Physical Treatment", J. Agric. Food Chem., vol. 34, pp. 465-467, 1986.

Maeba, et al., "Destruction and Detoxification of Aflatoxins with Ozone", Journal of Food Science, vol. 53 (2), pp. 667-668, 1989.

Derwent, Multipurpose Fresh Keeping Machine, 1 page.

Primary Examiner—Milton Cano

Attorney, Agent, or Firm—Streets & Associates; Jeffrey L. Streets

[57] ABSTRACT

The present invention provides a system for the decontamination of agricultural products by reacting the toxins and microorganisms, contaminating the product, with ozone. The ozone is generated on site and upon demand, thus eliminating ozone waste associated with long periods of ozone storage. The systems of the invention provide efficient, safe, and environmentally friendly use of ozone for product decontamination by optimizing the delivery of ozone to the contaminated product, monitoring and controlling the pressure in the treatment systems, monitoring and controlling the heat generated during the treatment of contaminated product with ozone, and controlling ozone release into the atmosphere.

59 Claims, 4 Drawing Sheets

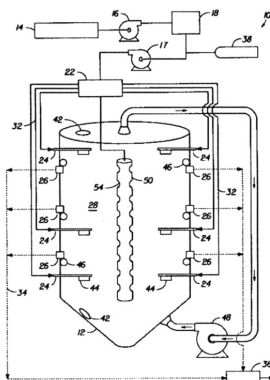


Figura N.º 5. U.S. patent 6, 120, 822.