

CARACTERÍSTICAS Y MECANISMOS DE ACCIÓN DE ALGUNOS COMPUESTOS USADOS EN EL COMBATE DE PLAGAS DE ALMACÉN

Gonzalo Dierksmeier Corcuera

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5.ª B y 5.ª F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600, gdierksmeier@inisav.cu

RESUMEN

Se describen brevemente las características de la protección de los cultivos y la diferencia notable respecto al combate de plagas en el caso de los productos almacenados. Se hace énfasis en que son pocos los plaguicidas que reúnen las condiciones adecuadas para proteger los productos almacenados. Entre ellos, y por su alto poder de difusión, se encuentran los fumigantes y algunos plaguicidas con presión de vapor elevada. Se describen las propiedades físicas y mecanismos de acción de algunos fumigantes actualmente en uso en Cuba y en otros países, así como en gases que por sus características pudieran contribuir a la sustitución progresiva del bromuro de metilo. Se relacionó además un grupo de insecticidas con presión de vapor elevada, usados en el mundo con la finalidad de proteger los productos almacenados y que sin duda podrán introducirse con esa finalidad en el país.

Palabras claves: *fumigantes, plagas de productos almacenados*

ABSTRACT

Main characteristics of field crops protection and notable difference with methods used to protect the store harvest is described briefly. It was emphasized the fact that there are few pesticides with adequate conditions that enable them to be used in stored products protection; among them, and due to their high diffusiveness, are fumigants and some pesticides of high vapour pressure. Main physical and chemical properties and the action mechanisms of some world wide used fumigants are described too, as soon as other gases that due to their properties may contribute to phase out the methyl bromide use. Furthermore, a few high vapour pressure insecticides are presented, which actually are used abroad in protecting store products, and sure they may be used in Cuba with the same purpose.

Key words: *fumigants, stored products pests*

INTRODUCCIÓN

Hay una diferencia notable en el control convencional de plagas que atacan los cultivos cuando se realiza contra los organismos dañinos sobre los propios cultivos atacados o en el suelo, a lo que ocurre cuando se trata de proteger el producto de la cosecha que se encuentra almacenado.

De ordinario el número de plagas es grande en el primer caso. Hay un umbral de daños y un tiempo crítico en el desarrollo de las plagas que requiere una acción en ese momento y no antes, porque después es tarde. Por lo general las plagas están accesibles a los plaguicidas y medios de aplicación; pero estos compuestos, una vez aplicados, están expuestos a fenómenos diversos que tienden a reducir su concentración e incluso su actividad biocida. Hay un lapso corto en el cual la concen-

tración tiene el mejor efecto deseado; después por dilución en el tejido vegetal, por volatilización, fotólisis, oxidación o simplemente desprendimiento, su efectividad decrece paulatinamente.

En el almacén, silo, contenedor o bodega de un barco que contiene una mercancía atacable por plagas, las condiciones son algo diferentes. En primer lugar, solo predomina un grupo de plagas que son características o típicas del producto almacenado. Estas plagas producen daño en todo momento y están expuestas solo a un reducido número de plaguicidas que tienen, además de las propiedades tóxicas apropiadas, las características físico-químicas que les permiten acceder hasta donde se encuentra la plaga, en algunos casos protegidas en el interior de los granos. Estos plaguicidas por lo general

son gases a temperatura ambiente, o poseen una presión de vapor alta, lo que les permite alcanzar una concentración suficientemente elevada en el aire como para lograr un control efectivo de las plagas. Su concentración no varía apreciablemente desde el momento de la aplicación, al menos teóricamente, además de no estar expuestos a condiciones degradantes como la radiación solar. Es por ello que la protección de los productos almacenados y los plaguicidas disponibles usados para ello tienen características propias que los distinguen del resto de los productos que se utilizan en la protección de plantas.

En los párrafos siguientes se exponen algunos de los plaguicidas usados en la protección de productos almacenados, y se resaltan las características que los distinguen.

Fumigantes

Los compuestos pertenecientes a esta categoría son gaseosos a la temperatura ambiente. Entre sus ventajas más sobresalientes se destacan la facilidad de aplicación, el poder de penetración en la mercancía almacenada—incluso en el interior de los granos y cereales—y la eliminación efectiva del gas residual terminado el tiempo del tratamiento.

Sin embargo, también tienen algunas desventajas, y la más sobresaliente de todas es que requieren una hermeticidad elevada del lugar donde se encuentra el producto almacenado. Esto es general para todos los fumigantes, y más marcados para aquellos con una temperatura de ebullición muy baja. La efectividad de otros como las fosfaminas depende considerablemente del producto de partida, si está en forma de gas o si requiere transformarse en este a partir de un precursor sólido que necesita la presencia de vapor de agua. En este caso la efectividad del tratamiento dependerá, además de la dosis teórica, de la disponibilidad del fumigante que está limitado por una reacción química que requiere agua.

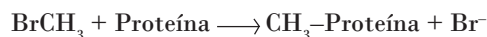
Entre los fumigantes más usados en el mundo actualmente se encuentran el bromuro de metilo, la fosfina o fosfatina, el fluoruro de sulfurilo, el dióxido de carbono y algunos insecticidas con presión de vapor alta.

Bromuro de metilo

Es el fumigante más usado hasta el presente, y sin duda entre los más efectivos. El bromuro de metilo es gaseoso por encima de 4,5°C y tiene una densidad alta (1,73 g/cm³). Como gas es 3,4 veces más pesado que el

aire, por lo que si no se utiliza un recirculador durante una fumigación, tiende a ocupar el fondo o los lugares bajos del objetivo que se fumiga y desplazar el aire que escapa por el extremo superior. Si el tiempo de exposición es superior a 24 h, el bromuro de metilo se distribuye homogéneamente en el espacio bajo tratamiento.

El efecto biocida del bromuro de metilo se basa en la transformación química de las proteínas constitutivas de los organismos vivos acorde con la expresión:



Las proteínas tienen una función esencial en cualquier organismo vivo, y cuando se modifican químicamente por la acción del fumigante se desnaturalizan o, en otras palabras, se alteran y pierden su función vital, y en consecuencia el organismo muere. Esta es la razón por la cual el bromuro de metilo es un biocida total, lo que significa que afecta cualquier organismo vivo, incluso los huevos de insectos.

Debido a que el efecto tóxico del bromuro de metilo depende de una reacción química, resulta que:

- La acción tóxica depende de la concentración del fumigante.
- La acción tóxica depende de la temperatura y aumenta con su incremento. Por eso este fumigante es mucho más efectivo en verano que en invierno.
- La acción tóxica depende del tiempo de exposición y por tanto del factor concentración-tiempo.

El bromuro de metilo también reacciona con las proteínas de los productos objeto de tratamiento, los transforma y deja un residuo de bromuro inorgánico sobre ellos. Terminada la fumigación el remanente escapa al ambiente. Esto se facilita si la instalación fumigada tiene sistema de extracción de gases, o al menos de recirculación. Sobre la mercancía tratada queda muy poco bromuro de metilo. Por lo general la concentración es del orden de 1 mg/kg o menos.

Los residuos toxicológicamente significativos dejados por una fumigación con bromuro de metilo son las proteínas transformadas (metiladas). En la práctica es muy difícil determinar la concentración de estas proteínas en cualquier alimento tratado; pero es más fácil determinar cuánto bromuro inorgánico se generó en el tratamiento. De hecho esto es lo que se hace, y se toma la concentración de bromuro inorgánico como medida de la concentración de las proteínas metiladas.

Desde el punto de vista de la formación de residuos en el alimento tratado y basado en que estos se originan por una reacción química, se puede concluir que:

- La misma dosis, con igual tiempo de exposición, origina concentraciones de residuos diferentes en alimentos diferentes.
- La misma dosis, con igual tiempo de exposición, origina concentraciones diferentes de residuos en el mismo alimento, en dependencia de la superficie (por ejemplo, es mayor en harina de trigo que en el trigo sin moler).
- Para cualquier alimento, los tratamientos originan concentraciones más altas de residuos en verano que en invierno. Para cualquier reacción química su velocidad se triplica aproximadamente por cada 10°C de aumento de la temperatura.

Fosfina (fosfamina)

Es uno de los fumigantes más viejos en el mercado y también de uso más generalizado. Es un gas por encima de -87,4°C, ligeramente más denso que el aire (1,18 veces más) donde se inflama espontáneamente cuando su concentración se encuentra en el rango de 26,1-27,1 mg/L. Por esa razón se formula como fósforo de aluminio y carbamato de amonio. En presencia de la humedad se origina fosfamina, según la expresión:



Bajo estas condiciones los riesgos de inflamación son mínimos, pues la fosfamina se genera en una atmósfera inerte, donde no se alcanza el rango de concentración inflamable.

Este producto tiene un poder de penetración mayor que el bromuro de metilo en mercancías almacenadas. Incluso su difusión es más rápida, pero con los métodos tradicionales de aplicación (generación a partir de un sólido). La presencia de vapor de agua y la temperatura son esenciales para que la reacción (o generación) del gas tenga lugar a una velocidad adecuada. Bajo las condiciones climáticas de Cuba es preciso tener en cuenta lo expuesto, pues con frecuencia se observan tabletas parcialmente reaccionadas, aun después de tres días de exposición, por lo que sería muy favorable incluir algún tipo de movimiento de la masa gaseosa en el lugar del tratamiento.

Es de señalar además que el éxito de una fumigación con fosfamina depende del grado de hermeticidad del

local donde se realiza el trabajo, puesto que la fugacidad de este fumigante es muy elevada.

El mecanismo de acción de la fosfamina no altera la composición de los productos almacenados, y puesto que su punto de ebullición es muy bajo, a temperatura ambiente no quedan residuos de este fumigante después de un día de aireación, ya sea forzada o espontánea.

Fluoruro de sulfurilo

Este es un fumigante con características similares a las del bromuro de metilo, tanto biocidas como físico-químicas. Aunque se desarrolló e introdujo en la práctica hace más de cuarenta años, su uso no se ha extendido, pues es algo más caro que el bromuro de metilo o la fosfamina. Tiene un punto de ebullición de -55,2°C, intermedio entre el de la fosfamina y el del bromuro de metilo. Su densidad es de 1,36 g/mL, intermedia también entre la de los fumigantes antes mencionados. Su mecanismo de acción tóxica no se ha aclarado completamente, pero de acuerdo con lo expresado por uno de los principales productores de que su efecto depende del producto dosis-tiempo, es de suponer que también obedezca a una reacción química. En este caso lo expuesto para el bromuro de metilo será aplicable para el fluoruro de sulfurilo.

Desde el punto de vista de residuos se conoce que los tratamientos con este fumigante dejan residuos de fluoruro sobre la mercancía tratada. Aún no hay experiencia en el país con este fumigante, que por sus características podría ocupar un lugar importante en la sustitución del bromuro de metilo, pues se refiere que no tiene los efectos adversos reportados para este último.

Dióxido de carbono

El dióxido de carbono (CO₂) es un producto de la respiración de todos los seres vivos. Una atmósfera de CO₂ a concentración entre 1 y 3% v/v es capaz de provocar un estado de letargo o aturdimiento primero, y a más largo plazo la muerte de insectos y roedores; sin embargo, requiere de un tiempo de exposición alto (20 días o más) para lograr una efectividad adecuada. No deja residuos y es fácil de manipular, pero tiene el inconveniente señalado.

En Cuba todavía no se ha empleado. A nivel mundial se ha usado en mezcla con la fosfamina con resultados muy favorables, y en bodegas de barcos durante la travesía.

Insecticidas con presión de vapor alta

Un número reducido de insecticidas se ha utilizado con éxito en el combate de plagas de almacén, basado fun-

damentalmente en una presión de vapor elevada –lo que les confiere algún efecto fumigante–, unido a la persistencia prolongada en un ambiente no propicio para la degradación, como se expresó anteriormente.

Estos insecticidas por sí solos no constituyen una solución a las plagas de almacén, pero su aplicación sobre

pisos, paredes y techos, así como en el exterior de las estibas, coadyuva a mantener un nivel bajo de plagas, sobre todo en almacenes con un movimiento grande de mercancías. También estos productos se han usado en las bodegas de los barcos. En la tabla se muestran los principales insecticidas utilizados en el control de plagas de almacén.

Insecticida	Presión de vapor (mPa)	Temperatura (°C)
Clorpirifos-metil	5,6	25
Pirimifos-metil	15,0	30
DDVP (diclorvos)	2,1	25
Malation	5,3	30
Deltametrina	$1,33 \times 10^{-5}$	25
Lambda cihalotrina	–	–

CONSIDERACIÓN FINAL

Resulta evidente la importancia que tiene la protección de los productos almacenados, pero debe realizarse de modo que el efecto sobre el medio sea mínimo. El bromuro de metilo contribuye a reducir la capa de ozono atmosférica, y por ello el país lo usa muy restringidamente. Se pretende prohibir su uso en un plazo breve. No obstante, esto no constituye un problema, pues como pudo apreciarse hay opciones que permiten sustituir exitosamente al fumigante mencionado.

REFERENCIAS

- Clive Tomlin (ed.): *The Pesticide Manual. A World Compendium*, The British Crop Protection Council, Thornton Heath, Inglaterra, 1994.
- Dierksmeier, G.; R. Hernández; A. Sinino; J. L. González: «Efecto de la dosis, el tiempo de exposición y la repetición de un mismo tratamiento sobre la residualidad del bromuro de metilo en harina de trigo», *Ciencia y Técnica en la Agricultura* 6 (3):25-31, 1983.
- Monro, H. A. V.: «Manual de fumigación contra insectos», *Estudios Agropecuarios* no.79, FAO, Roma, 1970.
- Paredes, A.; C. G. Micheli; R. Vargas: *Manual de Rorschach clínico*, Revista de Psiquiatría Clínica, Suplemento especial, 1995.
- Worthing, C. R.; S. B. Walker (eds.): *The Pesticide Manual. A World Compendium*, The British Crop Protection Council, Thornton Heath, Inglaterra, 1987.