



Tiêu chí xác nhận cỏ dại kháng thuốc đặc biệt liên quan đến việc xác nhận mức kháng thấp

Ian Heap, Người tổ chức hoạt động “Khảo sát Quốc tế về Cỏ dại kháng thuốc”

Nội dung chính

- I. Tóm tắt
- II. Tiêu chí 1: Đáp ứng các định nghĩa về tính kháng của Hiệp hội Cỏ dại Hoa Kỳ (WSSA) và Khảo sát Quốc tế về Cỏ dại Kháng thuốc
- III. Tiêu chí 2: Xác nhận dữ liệu về khả năng kháng thuốc
- IV. Tiêu chí 3: Tính kháng thuốc phải có tính di truyền
- V. Tiêu chí 4: Chứng minh tác động thực tế tại đồng ruộng
- VI. Tiêu chí 5: Là loại cỏ dại được xác định ở cấp độ loài và không phải là kết quả của sự chọn lọc có chủ ý/nhân tạo
- VII. Kết luận
- VIII. Tài liệu được trích dẫn

I. Tóm tắt Dự án

Tài liệu này đưa ra các tiêu chí được sử dụng bởi Khảo sát Quốc tế về Cỏ dại kháng thuốc diệt cỏ để ghi nhận các trường hợp cỏ dại kháng thuốc mới và cập nhật tại trang [website](#) về dữ liệu cỏ dại kháng thuốc quốc tế.

Mục đích của Khảo sát Quốc tế về Cỏ dại kháng thuốc diệt cỏ là ghi lại các trường hợp thực tế của các mẫu cỏ dại kháng thuốc được di truyền một cách có chọn lọc trên đồng ruộng và sống sót sau khi bị phun thuốc trừ cỏ tại khu vực được kiểm soát.

Thông tin này sẽ hỗ trợ nông dân và giới học thuật trong việc phát triển các hệ thống kiểm soát cỏ dại hiệu quả trên đồng ruộng cũng như hỗ trợ các nhà sản xuất thuốc trừ cỏ trong việc phát triển các chương trình hướng dẫn sử dụng phù hợp cho sản phẩm của họ.

Đối với một loài cỏ dại, chúng phải đáp ứng các yếu tố dưới đây để được xác nhận là phát triển tính kháng và được ghi nhận trên website:

- 1) đáp ứng định nghĩa về tính kháng của WSSA và Khảo sát Quốc tế về Cỏ dại kháng thuốc;
- 2) xác nhận dữ liệu bằng cách sử dụng các phương pháp khoa học được chấp nhận;
- 3) tính kháng phải có tính di truyền;
- 4) chứng minh tác động thực tế tại hiện trường; và,
- 5) được xác định là một vấn đề cỏ dại ở cấp độ loài, không phải là kết quả của sự chọn lọc có chủ ý/nhân tạo.

Trường hợp nào không đáp ứng bất kỳ một trong các tiêu chí trên không được xác nhận đăng tải.

II. Đáp ứng các định nghĩa về tính kháng của WSSA và Khảo sát Quốc tế về Cỏ dại Kháng thuốc

Hiệp hội Khoa học Cỏ dại Hoa Kỳ (Weed Science Society of America - WSSA) định nghĩa khả năng kháng thuốc trừ cỏ là *“khả năng di truyền của thực vật để tồn tại và sinh sản sau khi tiếp xúc với một lượng thuốc trừ cỏ thường gây chết cho loài hoang dã; trong thực vật, tính kháng có thể xuất hiện tự nhiên hoặc được tạo ra bởi các kỹ thuật như kỹ thuật di truyền hoặc chọn lọc các biến thể được tạo ra thông qua phương pháp nuôi cấy mô hoặc gây đột biến”*.

Lưu ý rằng cỏ dại kháng thuốc trừ cỏ nằm trong định nghĩa này. Tuy nhiên, không phải tất cả 'cây/loài thực vật kháng thuốc trừ cỏ' đều là cỏ dại kháng thuốc diệt cỏ - chúng có thể là cây trồng kháng thuốc trừ cỏ hoặc là các sản phẩm trong phòng thí nghiệm.

Đối với mục đích của cuộc khảo sát, tính kháng thuốc diệt cỏ được định nghĩa là *“khả năng tiến hóa của một quần thể cỏ dại nhạy cảm với thuốc diệt cỏ trước đây để chống lại một loại thuốc trừ cỏ và hoàn thành vòng đời của nó khi thuốc trừ cỏ được sử dụng ở mức bình thường trong sản xuất nông nghiệp”* (Nguồn: Heap và Lebaron, 2001 trong tài liệu “Kháng thuốc diệt cỏ và Các loại ngũ cốc trên thế giới”).

III. Dữ liệu xác nhận khả năng kháng thuốc

Khả năng kháng thuốc phải được xác nhận bởi một nhà khoa học trung lập thông qua việc so sánh các cây (cỏ) kháng và cây mẫn cảm của cùng một loài trong một thử nghiệm nhân rộng và dựa trên cơ sở khoa học. Ủy ban Hành động Kháng Thuốc Trừ cỏ (HRAC) đã chuẩn bị một ấn phẩm đề cập cụ thể đến việc phát hiện tính kháng thuốc trừ cỏ tại <http://www.plantprotection.org/hrac/detecting.html> (HRAC 1999).

Đặc điểm ban đầu của tính kháng so với chọn lọc theo chu trình

Có một sự khác biệt lớn giữa thử nghiệm để xác định đặc tính ban đầu của một loài cỏ dại kháng giả định và thử nghiệm thường xuyên hàng trăm mẫu sau khi có những phát hiện ban đầu. Tài liệu lý thuyết cung cấp đầy đủ các xét nghiệm kháng thuốc trừ cỏ, chẳng hạn như xét nghiệm sinh học đĩa Petri, xét nghiệm chồi, xét nghiệm enzym đích và xét nghiệm huỳnh quang (Beckie và cộng sự 2000). Tuy nhiên, để xác định đặc tính ban đầu của một loại hình sinh học có khả năng kháng cỏ dại giả định, thử nghiệm được ưu tiên nhất là thử nghiệm đáp ứng liều lượng trong các điều kiện được kiểm soát (tủ tăng trưởng, nhà kính, v.v.) sử dụng toàn bộ cây. Hầu hết tất cả các xét nghiệm khác đã nêu đều nhanh hơn và / hoặc ít tốn kém hơn để tạo điều kiện cho việc sàng lọc hàng trăm mẫu một cách thường xuyên. Để xác nhận một trường hợp kháng thuốc mới, mục đích là bắt chước, càng giống càng tốt, các điều kiện canh tác và phun thuốc trên đồng ruộng bình thường trong môi trường được kiểm soát (tủ tăng trưởng, nhà kính, v.v.) GR₅₀ (liều lượng cần thiết để giảm 50% trọng lượng chồi so với cây chưa được xử lý) của các quần thể kháng thuốc và mẫn cảm. Sử dụng một loạt các liều lượng thuốc diệt cỏ khác nhau bao gồm liều lượng để diệt cỏ và liều lượng đủ để gây chết cho cả quần thể kháng thuốc và nhạy cảm (Heap, 1994). Khả năng kháng thuốc trong thí nghiệm này được xác nhận nếu có sự khác biệt thống kê về phản ứng với thuốc diệt cỏ giữa quần thể kháng thuốc giả định và quần thể mẫn cảm (Lưu ý: đây là định nghĩa khoa học được đề cập bên dưới). Các mô hình hồi quy phi tuyến tính được sử dụng để so sánh các loại hình sinh học (Streibig, 1988; Brain và Cousens 1989, Seefeldt và cộng sự 1995). Nếu các hồi quy khác nhau về mặt thống kê, thì tính kháng thường được báo cáo là một tỷ lệ dựa trên GR₅₀ của loại hình sinh học có tính kháng chịu so với loại nhạy cảm.

Thông thường, đó là một quá trình tương đối đơn giản để ghi lại khả năng chống chịu khi mức độ kháng được thể hiện là rõ ràng với tỷ lệ điện trở R/S (dựa trên GR₅₀'s) lớn hơn mười lần. Tuy nhiên, việc xác nhận mức kháng thấp khó hơn nhiều và trong một số trường hợp có thể mang tính chủ quan. Các mâu thuẫn về định nghĩa tính kháng chủ yếu xuất phát từ các quan điểm khác nhau về yếu tố tạo nên sự biến đổi tự nhiên trong

quần thể cỏ dại và yếu tố nào được phân loại là kháng thuốc ở mức độ thấp. **Điểm quan trọng nhất** của tài liệu này là làm rõ những gì chúng tôi coi là điểm giới hạn đối với mức kháng thấp và các yêu cầu cần thiết để kiểm tra các trường hợp như vậy.

Mức độ kháng thấp

Tới mức độ nào thì chúng ta có thể xác nhận cỏ dại có khả năng kháng và xếp chúng vào danh sách cỏ kháng thuốc? Hiện chưa có đáp án chính xác cho câu hỏi này. Điều thú vị đối với tôi là nhiều người trong chúng ta đã tham gia vào việc xác định tính kháng thuốc trừ cỏ thực sự có cái nhìn trực quan về các trường hợp kháng thuốc; tuy nhiên, rất khó để đưa ra một định nghĩa rõ ràng về mặt giấy tờ.

Có một định nghĩa theo khoa học và một định nghĩa theo canh tác nông nghiệp thực tế về tính kháng thuốc. Không riêng cái nào là một định nghĩa lý tưởng cho mục đích của cuộc khảo sát này, nhằm phản ánh chính xác sự xuất hiện của vấn đề cỏ dại kháng thuốc. Mỗi định nghĩa đều có những ưu điểm và nhược điểm riêng, và Điều tra Quốc tế về Cỏ dại Kháng thuốc Trừ cỏ dựa trên sự kết hợp của cả hai. Dưới đây là mô tả của mỗi định nghĩa, cùng với các vấn đề mà định nghĩa trình bày và sự kết hợp cuối cùng của hai định nghĩa.

Định nghĩa theo khoa học. Theo quan điểm khoa học, tính kháng thuốc có thể được định nghĩa là sự khác biệt thống kê được di truyền trong phản ứng với thuốc trừ cỏ giữa hai quần thể cỏ dại trong cùng một loài.

Các vấn đề với định nghĩa mang tính khoa học này.

Các định nghĩa không tính đến liều khuyến cáo của một loại thuốc trừ cỏ. Mặc dù hai quần thể có thể có phản ứng khác nhau về mặt thống kê đối với thuốc trừ cỏ, nhưng điều đó không nhất thiết cho rằng thuốc trừ cỏ không giết chết những loài có khả năng kháng nhất tại liều phun khuyến cáo. Một vấn đề nảy sinh khi một quần thể cỏ dại được xác định là có tính kháng thuốc theo định nghĩa khoa học, nhưng nó lại bị tiêu diệt tại liều phun khuyến cáo của thuốc trừ cỏ trên điều kiện đồng ruộng. Các quần thể cỏ dại được lấy từ các vùng khác nhau có thể sẽ khác nhau về giá trị GR₅₀ đối với một loại thuốc trừ cỏ, một số trong số chúng có sự khác biệt rõ ràng về mặt thống kê so với những quần thể khác. Đây là biến thể tự nhiên và không đảm bảo được đó là một loại cỏ dại kháng thuốc diệt cỏ. Các công tynám được sự biến đổi này và đưa ra mức khuyến cáo cho một loại cỏ cụ thể dựa trên các thử nghiệm rộng rãi bao gồm việc các biến thể sẽ phản ứng đa dạng một cách tự nhiên này đối với thuốc trừ cỏ. Một quan điểm khoa học mang tính chính xác hơn cho rằng một quần thể sẽ có khác biệt đáng kể trong phản ứng với thuốc trừ cỏ khi được so sánh với phản ứng trung bình của nhiều quần thể khác.

Định nghĩa theo canh tác nông nghiệp. Theo định nghĩa này, phân loại cỏ có tính kháng khi quần thể phải sống sót khi phun thuốc với liều khuyến cáo tại điều kiện đồng ruộng bình thường.

Các vấn đề với định nghĩa dựa trên canh tác nông nghiệp thực tế này. Vấn đề mà các nhà khoa học gặp phải khi sử dụng tỷ lệ khuyến cáo làm thước đo đó là tỷ lệ khuyến cáo mang tính chủ quan. Tỷ lệ này có thể khác nhau giữa các vùng, tùy thuộc vào từng loại cây trồng, hoàn cảnh hoặc thậm chí giá trị kinh tế của thuốc trừ cỏ. Do đó, trường hợp xác định cùng một quần thể cỏ dại có khả năng kháng trên ở một loại cây trồng và mẫn cảm ở loại cây trồng khác là có thể xảy ra. Ngoài ra, tỷ lệ khuyến cáo thường hướng tới việc loại trừ cỏ dại mục tiêu ở mức độ khó kiểm soát nhất. Do đó, một số loài cỏ dại có thể phát triển mức độ kháng thuốc gấp bốn lần đối với thuốc trừ cỏ nhưng vẫn bị tiêu diệt theo "tỷ lệ khuyến nghị".

Việc sử dụng tỷ lệ khuyến cáo làm thước đo cho mức độ kháng mà không xem xét đến khả năng kháng tương đối với đối chứng nhạy cảm có thể gây nên sự hiểu lầm. Việc áp dụng tỷ lệ khuyến nghị trên cùng một mẫu sinh vật sẽ cho các kết quả khác nhau tùy thuộc vào các điều kiện khác nhau. Môi trường (thời tiết, loại đất, điều kiện trồng trọt, áp lực cỏ dại, v.v.) đều đóng vai trò quan trọng ảnh hưởng tới tác dụng của thuốc trừ cỏ đối với cỏ dại.

Đối với các trường hợp kháng thuốc yếu, một quần thể thường sống sót sau một lần kiểm nghiệm thực địa có thể không chống lại được tỷ lệ khuyến nghị trong điều kiện nhà kính. Kết quả này có thể là do sử dụng thuốc với tỷ lệ khuyến cáo trong điều kiện nhà kính hoặc phòng tăng trưởng thường có hiệu quả hơn nhiều đối với cỏ dại so với khi thuốc diệt cỏ được áp dụng trong điều kiện đồng ruộng.

Ngoài ra, điều này có thể chỉ ra rằng cần phải kiểm tra thêm tại hiện trường để phân biệt liệu các điều kiện môi trường ban đầu có đang diễn ra hay không. Chỉ sử dụng tỷ lệ khuyến cáo không phải là tiêu chí đủ để phân loại tình trạng kháng thuốc.

Định nghĩa thực tế của tính kháng. Nếu chúng ta chỉ dựa vào định nghĩa khoa học, thì khảo sát sẽ bị ảnh hưởng với nhiều trường hợp 'kháng thuốc' hoặc mức độ kháng khác nhau mà không có hậu quả thực tế nào. Nếu chúng ta chỉ dựa vào định nghĩa nông nghiệp, thì chúng ta sẽ dựa vào một cách tiếp cận tương đối chủ quan vốn có khả năng thay đổi từ cây trồng này sang cây trồng khác và từ vùng này sang vùng khác.

Cần phải kết hợp cả quan điểm dựa trên khoa học lẫn nông học để đưa ra định nghĩa thực tế về tính kháng thuốc. Rõ ràng định nghĩa khoa học là định nghĩa đơn giản nhất, và bất kỳ quần thể cỏ dại nào không đáp ứng định nghĩa này đều sẽ không được liệt kê trong danh

sách kháng. Đối với mục đích của cuộc điều tra, việc yêu cầu chứng minh tác động thực tế của những trường hợp kháng đó là khi có vấn đề với việc kiểm soát quần thể kháng trên đồng ruộng khi thuốc trừ cỏ được phun theo liều khuyến cáo.

Khi điều tra một trường hợp kháng thuốc ở mức độ thấp, cần cung cấp nhiều bằng chứng thực nghiệm hơn so với mức độ kháng thuốc cao (tức là ít nhất gấp mười lần). Thử nghiệm phản ứng một liều sẽ không đủ cho các trường hợp có biểu hiện kháng thuốc ít hơn mười lần. Do đó cần yêu cầu cả thí nghiệm phản ứng liều lượng trong điều kiện nhà kính và thí nghiệm triển khai trên đồng ruộng sử dụng cả các cây mẫn cảm và cây có tính kháng có kích thước và địa điểm tương tự nhau. Tốt nhất, các thí nghiệm đồng ruộng cần được tiến hành lặp lại tại nhiều địa điểm và kéo dài nhiều hơn một năm.

IV. Tiêu chí 3: Tính kháng phải có tính di truyền

Trong một số trường hợp, các nhà khoa học đã kiểm tra khả năng kháng thuốc bằng cách loại bỏ cỏ dại ra khỏi ruộng, trồng trong chậu và sau đó tiến hành thí nghiệm phản ứng liều lượng.

Đây có thể là một thử nghiệm nhanh để xác định xem có nên tiến hành các thử nghiệm tiếp theo hay không, nhưng nó không được chấp thuận để xác nhận một trường hợp kháng thuốc mới. Các quần thể R (có khả năng kháng thuốc) và S (dễ mắc bệnh) có thể ở các giai đoạn sinh trưởng khác nhau, hoặc có thể đã tiếp xúc với thuốc trừ cỏ trên đồng ruộng, điều này có thể ảnh hưởng nghiêm trọng đến kết quả của thí nghiệm.

May mắn thay, đây thường không phải là vấn đề, vì các quy trình thử nghiệm thường yêu cầu thu thập hạt giống từ các quần thể kháng thuốc và mẫn cảm. Với mục đích liệt kê các chủng trong cuộc khảo sát, việc thử nghiệm với hạt giống đã thu thập thường được yêu cầu đối với các loài nhân giống hữu tính. Tuy hạt giống này cũng được ưu tiên, nhưng không hoàn toàn bắt buộc, hạt giống thế hệ thứ hai từ cây trồng trong nhà kính thuộc các quần thể R và S được thu thập và kiểm tra khả năng chống chịu.

V. Tiêu chí 4: Chứng minh tác động thực tế tại đồng ruộng

Khảo sát nhằm mục đích thực tế nhiều hơn là để ghi lại những biến đổi tự nhiên của các quần thể cỏ dại khi phản ứng với thuốc trừ cỏ. Nếu không phát hiện được sự khác biệt nào trong việc kiểm soát cỏ dại khi tiến hành trong điều kiện đồng ruộng với tỷ lệ phun khuyến cáo thì sẽ không đưa thêm vào khảo sát. Mặc dù xét theo các luận cứ khoa học hợp lý, có thể có sự xuất hiện của tính kháng ở mức độ thấp khi phun thuốc ở tỷ lệ khuyến cáo trong điều kiện đồng ruộng, nhưng trong khảo sát thực

tế này, cỏ dại phải được xác định gây ra vấn đề với người nông dân khi họ sử dụng thuốc trừ cỏ tại tỷ lệ khuyến nghị. Tiêu chí trở nên quan trọng hơn khi có liên quan đến mức độ kháng thuốc.

VI. Tiêu chí 5: Là cỏ dại được xác định ở cấp độ loài và không phải là kết quả của sự chọn lọc có chủ ý/nhân tạo

Để được phân loại là vào danh sách kháng thuốc trừ cỏ, các cây (cỏ) được đề cập phải là cỏ dại và được xác định theo cấp loài. Các trường hợp lựa chọn có chủ ý để kháng thuốc trừ cỏ, bao gồm cả cây trồng kháng thuốc trừ cỏ được dùng để thí nghiệm, cũng sẽ không được khảo sát.

VII. Kết luận

Việc liệt kê một loài cỏ dại vào cuộc khảo sát phải được tiến hành một cách thận trọng nhằm đảm bảo xác nhận tính chính xác. Ngoài ra, cũng cần kịp thời đưa ra sự hướng dẫn thích hợp cho các nhà sản xuất thuốc trừ cỏ và người trồng.

Các tiêu chí này nhằm tạo điều kiện thuận lợi để đạt được mục tiêu chung của khảo sát thông qua sự kết hợp giữa tính khách quan, minh bạch và nhất quán – đây là điều vô cùng quan trọng đối với phương pháp khoa học và ứng dụng kinh nghiệm chuyên sâu vào thực tế.

VIII. Tài liệu được trích dẫn

Brain, P. and R. Cousens. 1989. An equation to describe dose responses where there is stimulation of growth at low doses. *Weed Res.* 29:93-96.

Beckie, Hugh J., Heap, Ian M., Smeda, Reid J., Hall, Linda M. Screening for Herbicide Resistance in Weeds. *Weed Technology* 2000 14: 428-445

HRAC 1999. Detecting Herbicide Resistance Guidelines for conducting diagnostic tests and interpreting results. June 1999. Online at <http://www.plantprotection.org/hrac/detecting.html>.

Heap, I. M. 1994. Identification and documentation of herbicide resistance. *Phytoprotection* 75 (Suppl.):85-90.

Seefeldt, S. S., J. E. Jensen and E. P. Fuerst. 1995. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. *Weed Technol.* 9:218-227.

Streibig, J. C. 1988. Herbicide bioassay. *Weed Res.* 28:479-484.

Tardif, F. J., J.A.M. Holtum and S. B. Powles. 1993. Occurrence of a herbicide-resistant acetyl-coenzyme A carboxylase mutant in annual ryegrass (*Lolium rigidum*)

Tài liệu tham khảo bổ sung có thể hỗ trợ Chuẩn đoán Tính Kháng.

Clarke, J. H., A. M. Blair and S. R. Moss. 1994. The testing and classification of herbicide-resistant *Alopecurus myosuroides* (black-grass). *Asp. Appl. Biol.* 37:181-188.

Dupont, S., C. Biesenthal and M. D. Devine. 1997. In vivo diagnostic of grass weed resistance to ACCase-inhibitor herbicides. *Weed Sci. Soc. Amer. Abst.* 37:274.

Gerwick, B. C., L. C. Mireles and R. J. Eilers. 1993. Rapid diagnosis of ALS/AHAS-resistant weeds. *Weed Technol.* 7:519-524.

Hensley, J. R. 1981. A method for identification of triazine resistant and susceptible biotypes of several weeds. *Weed Sci.* 29:70-73.

Letouzé, A. and J. Gasquez. 1999. A rapid reliable test for screening aryloxyphenoxypropionic acid resistance within *Alopecurus myosuroides* and *Lolium* spp. populations. *Weed Res.* 39:37-48.

Letouzé, A., J. Gasquez and D. Vaccara. 1997. Development of new reliable quick tests and state of grass-weed herbicide resistance in France. *Brighton Crop Prot. Conf. - Weeds Vol 1.* pp. 325-330.

Lovell, S. T., L. M. Wax, D. M. Simpson and M. McGlamery. 1996. Using the in vivo acetolactate synthase (ALS) assay for identifying herbicide-resistant weeds. *Weed Technol.* 10:936-942.

Moss, S. R. and G. W. Cussans. 1987. Detection and practical significance of herbicide resistance with particular reference to the weed *Alopecurus myosuroides* (black-grass). In M. Ford, D. Hollomon, B. Khambay and R Sawicki, eds. *Biological and Chemical Approaches to Combating Resistance in Xenobiotics*. Chichester, UK: Ellis Horwood. pp. 200-213.

Murray, B. G., L. F. Friesen, K. J. Beaulieu and I. N. Morrison. 1996. A seed bioassay to identify acetyl-CoA carboxylase inhibitor resistant wild oat (*Avena fatua*) populations. *Weed Technol.* 10:85-89.

Norsworthy, J. K., R. E. Talbert and R. E. Hoagland. 1998. Chlorophyll fluorescence for rapid detection of propanil-resistant barnyard grass (*Echinochloa crusgalli*). *Weed Sci.* 46:163-169.

O'Donovan, J. T., A. Rashid, H. V. Nguyen, J. C. Newman, A. A. Khan, C. I. Johnson, R. E. Blackshaw and K. N. Harker. 1996. A seedling bioassay for assessing the response of wild oat (*Avena fatua*) populations to triallate. *Weed Technol.* 10:931-935.

- Rashid, A., J. T. O'Donovan, A. A. Khan, M. P. Sharma and H. V. Nguyen. 1997. Response of triallate-resistant and -susceptible wild oat (*Avena fatua*) populations to difenzoquat and EPTC in a seedling bioassay. *Weed Technol.* 11:527-531.
- Singh, B. K. and D. L. Shaner. 1998. Rapid determination of glyphosate injury to plants and identification of glyphosate-resistant plants. *Weed Technol.* 12:527-530.
- Singh, B. K., M. A. Stidham and D. L. Shaner. 1988. Assay of acetohydroxy acid synthase. *Anal. Biochem.* 171:173-179.
- Van Oorschot, J. L. P. and P. H. Van Leeuwen. 1992. Use of fluorescence induction to diagnose resistance of *Alopecurus myosuroides* Huds. (black-grass) to chlorotoluron. *Weed Res.* 32:473-482.
- Yanase D. and A. Andoh. 1993. The paraquat bioassay to evaluate photosynthesis inhibition. In P. Boger and G. Sandmann, eds. *Target Assays For Modern Herbicides and Related Phytotoxic Compounds*. Boca Raton, FL: Lewis Publ. pp. 257- 262.

***** Tuyên bố miễn trừ trách nhiệm:**

Mặc dù CropLife Việt Nam và các tổ công tác IRAC/HRAC/FRAC đã nỗ lực hết sức để trình bày những thông tin trên một cách chính xác và đáng tin cậy nhất có thể, chúng tôi sẽ không đảm bảo tính toàn vẹn, hiệu quả, kịp thời hoặc trình tự chính xác của những thông tin này. Trước khi áp dụng, mỗi người cần cân nhắc các quy định về việc sử dụng sản phẩm tại quốc gia sở tại và tuyệt đối tuân theo hướng dẫn được công nhận tại quốc gia đó. CropLife International và IRAC/HRAC/FRAC không chịu trách nhiệm và từ chối mọi liên đới trách nhiệm đối với các thiệt hại dưới bất kỳ hình thức nào phát sinh từ việc sử dụng, tham chiếu đến hoặc dựa trên những thông tin được cung cấp.