Tạp chí Hóa học, T. 44 (4), Tr. 418 - 422, 2006

KHẢO SÁT ĐỘNG HỌC HẤP THỤ KHỬ OXI KHÔNG KHÍ CỦA CHẤT FOCOR 9

Đến Tòa soạn 26-5-2005

LÊ XUÂN QUẾ[1], PHẠM THỊ TUYẾN[1], ĐỖ NGỌC ANH[2]

[1]*Viện Kỹ thuật Nhiệt đới, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

[2]*Trung tâm Khoa học bảo quản và Bồi dưỡng Nghiệp vụ Hà Nội*

SUMMARY

FOCOR is a name of air oxygen absorbers made in Institute of Tropical Technology (ITT-VAST). The products are chemical mixtures of metals powder, metals oxides and some additives, and are capable to absorb and to reduce air oxygen from about 21% down to 0-2% even in ambiance climate condition. The rate of reducing air oxygen is variable according to the test technical condition. In practice it has took about 100h to achieve 0.05% oxygen. During 12 months regular observation, the air oxygen concentration in the test spacious chamber has been always smaller than 2%, adapting the most rigorous conservation technique demands. In the paper there is an interesting discussion and some important practical notices, useful for any application.

I - GIỚI THIỆU

Chất hấp thu oxi không khí FOCOR X, với X là số hiệu, được chế tạo tại Viện Kỹ thuật Nhiệt đới, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, chủ yếu bằng nguyên vật liệu trong nước, gồm hỗn hợp các chất có khả năng hấp thụ và khử oxi không khí ngay ở điều kiện thường [1]. FOCOR có thể hấp thu oxi không khí làm giảm nồng độ trong một thể tích kín khí đến 0% trong vòng 24 giờ, hoặc lâu hơn. Thành phần chủ yếu của FOCOR là hỗn hợp một số bột kim loại và oxit của chúng, như Ca, Zn, Fe và Ag....

Lĩnh vực ứng dụng của chất hấp thu oxi FOCOR khá rộng. Trước hết FOCOR có thể được sử dụng để tạo môi trường nghèo oxi cho bảo quản gạo dài hạn, đến 24 tháng, với chất lượng gạo hoàn hảo và hiệu quả kinh tế kỹ thuật cao [2]. Trong môi trường không có oxi, chất lượng lương thực được đảm bảo, vitamin, lipit không bị oxi hóa làm hao hụt, màu sắc và hương vị cảm quan không bị tổn hao, các loại côn trùng gây hại, mối mọt đều bị chết do thiếu dưỡng khí [3, 4]. Môi trường không có oxi còn cho phép bảo quản rất hiệu quả khí tài, trang thiết bị, vật dụng, kể cả các tác phẩm nghệ thuật, tranh, phim ảnh, văn bản lưu trữ..., giảm thiểu oxi hóa làm biến màu, gây han gỉ hoặc suy giảm chất lượng....

Cho đến nay, nghiên cứu cơ chế và động học quá trình hấp thụ khử oxi của chất FOCOR còn chưa được trình bày một cách hệ thống, chưa có những định lượng và chỉ tiêu cụ thể về công nghệ cũng như phương thức áp dụng.

Bài báo này giới thiệu một số kết quả khảo sát thực tế về tốc độ hấp thu oxi trong lô bảo quản ở điều kiện nhiệt độ và độ ẩm thông thường của chất hấp thụ khử oxi không khí FOCOR 9.

II - THỰC NGHIỆM

Không gian thực nghiệm là túi bảo quản kín khí bằng chất dẻo (tạo thành buồng thử nghiệm có kích

thước khoảng 4 m × 7 m × 4 m, với thể tích tổng cộng trên 100 m^3, đặt trong kho có mái che. Buồng thử nghiệm được gắn kèm các ống van dẫn khí để dễ thao tác.

Máy đo nồng độ oxi không khí chuyên dụng AOM AT 109 (Air Oxygen Meter AT 109), có độ chính xác 0,05%, được sử dụng để kiểm tra nồng độ oxi trong túi bảo quản theo thời gian thử nghiệm. Điều kiện khí hậu, như nhiệt độ, độ ẩm của môi trường thử nghiệm được xác định bằng nhiệt kế thuỷ ngân, độ chính xác 0,5°C và máy đo độ ẩm tương đối R_H (ẩm kế) thông dụng, giải đo 50 - 100%, độ chính xác 1%, đồng thời với đo nồng độ oxi. Các phép đo được thực hiện liên tục trong nhiều ngày thử nghiệm đầu tiên, sau đó đo thưa hơn theo thời gian, đến 12 tháng.

Chất hấp thụ khử oxi FOCOR 9 do Viện Kỹ thuật Nhiệt đới, Viện KH&CN Việt Nam chế tạo, có dạng bột màu sẫm, được bao gói có kích thước 20 × 20 × 5 cm. Các gói FOCOR 9 được đặt trong buồng bảo quản, dưới nền, với khoảng cách giữa các gói là 2 m.

Thiết bị đo độ ẩm và đo nhiệt độ được đặt trong buồng thử nghiệm trong suốt thời gian thí nghiệm.

Sau khi đặt gói chất FOCOR bên trong, lô bảo quản được bao kín khí. Thời điểm này được coi là khởi đầu của việc hấp thụ và khử oxi trong lô bảo quản, với nồng độ oxi ban đầu tại t = 0h là 21% (như trong không khí tự nhiên bên ngoài lô thử nghiệm).

III - KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Biến động hàm lượng oxi không khí

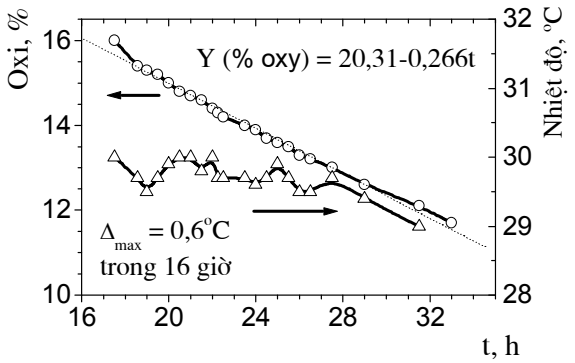
Bảng 1 trình bày kết quả đo nồng độ oxi không khí trong lô bảo quản sau 17 giờ thử nghiệm, t là thời gian (giờ) thử nghiệm tính từ khi đặt mẫu. Trong thời gian thử nghiệm từ 0 - 17 giờ, do lô bảo quản còn bị hở để lọt khí nên số liệu đo không ổn định. Vấn đề thực tế kỹ thuật bảo quản quan trọng này được thảo luận trong mục sau.

Bảng 1: Kết quả đo nồng độ % oxi, nhiệt độ (°C) và độ ẩm (R_H) ngày thử nghiệm thứ 2

Thời điểm đo	t, h	oxi, %	t, °C	R_H, %	Thời điểm đo	t, h	oxi, %	t, °C	R_H, %
7h30	17,5	16,0	30,0	78	12h30	22,5	14,3	29,7	79
7h35	18,58	15,4	29,7	78	13h30	23,5	14,1	29,7	79
8h	19,0	15,3	29,5	78	14h	24,0	14,0	29,6	80
8h30	19,5	15,2	29,7	78	14h30	24,5	14,1	29,7	80
9h	20,0	15,0	29,9	79	15h	25,0	13,9	29,9	80
9h30	20,5	14,8	30,0	79	15h30	25,5	13,6	29,7	79
10h	21,0	14,7	30,0	79	16h	26,0	13,3	29,5	79
11h30	21,5	14,4	29,8	79	16h30	26,5	13,2	29,5	78
11h	21,5	14,6	30,0	79	17h30	27,5	13,0	29,4	78
11h45	22,25	14,2	29,7	79					

Có thể nhận thấy tốc độ hấp thu oxi ban đầu khá chậm, khoảng 25% tổng lượng (viết tắt là tlO) oxi có trong lô sau 17 h, tương đương 1,25% tlO/h. Sau đó kể từ thời điểm đo 7h30 đến 17h30 cùng ngày, lượng oxi trong không khí đã giảm từ 16% còn 13%, chiếm 15% tổng lượng oxi không khí trong lô, tốc độ trung bình là 1,5% tlO/h. Có thể coi như nhiệt độ không thay đổi (bảng 1). Độ ẩm (%) của môi trường thử nghiệm bên trong và bên ngoài buồng kín ban đầu (7h30 sáng) và cuối ngày làm việc (5h30 chiều) đều là 78%.

Các số liệu trong bảng 1 trên đây được xử lý phân tích bằng đồ thị. Hình 1 giới thiệu biến thiên nhiệt độ và nồng độ oxi trong lô theo thời gian trong ngày thử nghiệm thứ hai.



Hình 1: Biến thiên của nồng độ % oxi không khí và nhiệt độ trong buồng thử nghiệm theo t

Phương trình tuyến tính hóa đồ thị 'nồng độ oxi không khí trong lô bảo quản theo t' có dạng

$$Y\ (\%\ oxy) = 20{,}31 - 0{,}266t$$

trong đó Y (đơn vị là %) là nồng độ % oxi không khí trong lô, t (giờ) là thời gian thử nghiệm trong khoảng 17 giờ 30 đến 27 giờ 30 (bảng 1). Hệ số tương quan tuyến tính hóa Y - t rất cao, đạt đến 0,996 là minh chứng cho quan hệ tuyến tính Y - t và độ tin cậy của kết quả thu được.

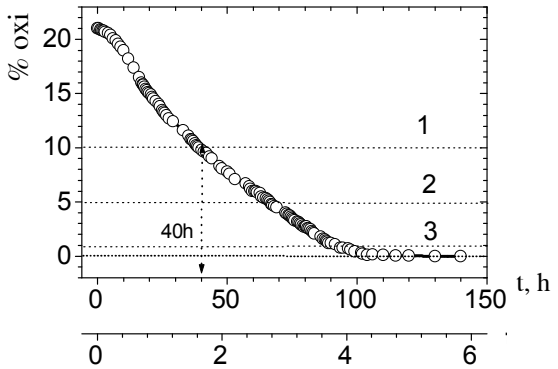
Từ phương trình trên có thể xác định được một số thông tin quan trọng liên quan đến thời điểm đạt nồng độ oxi định trước.

- Tại t = 0, nồng độ oxi trong lô tính được là 20,31%.

- Tại t = 72,33 giờ thí nghiệm %oxi không khí trong lô tính được là 0%.

Trong thực tế thời gian đầu tốc độ giảm oxi không cao, do cần có thời gian 'khởi động' quá trình hấp thu oxi, còn gọi là thời gian ủ của quá trình (incubation time). Trong lần thử nghiệm thứ nhất, việc hoàn thiện bao gói kín lô bảo quản trong ngày đầu thử nghiệm thực tế mất 6 giờ (gần 1 ngày làm việc). Đo nồng độ oxi trong ngày đầu tiên này bị ảnh hưởng bởi quá trình hoàn thiện bao gói, nên chỉ tính giá trị trung bình.

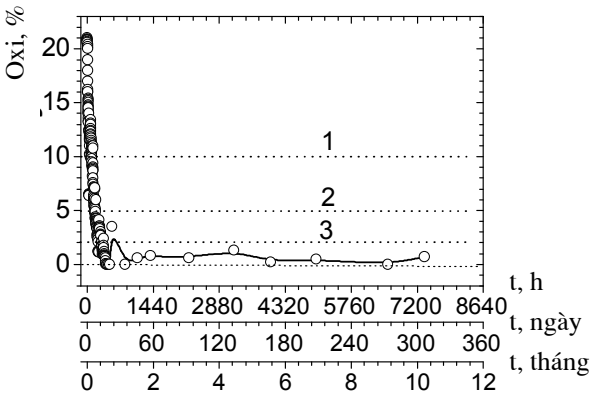
Đồ thị '% oxi' theo thời gian thử nghiệm t, trong toàn khoảng nồng độ oxi từ 21% đến 0%, có dạng một đường cong phi tuyến (hình 2).



Hình 2: Biến thiên của nồng độ oxi không khí (%) trong lô theo thời gian thử nghiệm t (giờ)

Như vậy trên thực tế phải mất 110h (~ 4,5 ngày) chất khử oxi mới làm giảm nồng độ oxi trong lô bảo quản xuống đến không.

Hình 3 giới thiệu nồng độ oxi biến theo thời gian trong 11 tháng thử nghiệm.



Hình 3: Biến thiên nồng độ oxi không khí buồng thử nghiệm (%) theo thời gian t (giờ, ngày, tháng) trong suốt 11 tháng thí nghiệm

Hình 3 cho thấy % oxi không khí trong lô bảo quản sau 110 giờ luôn ở mức thấp, nhỏ hơn 2%, tức là khí nitơ luôn luôn ở mức lớn hơn 98%, hoàn toàn đảm bảo yêu cầu kỹ thuật khắt khe nhất về bảo quản dài hạn nhiều loại sản phẩm [5].

2. Một vài nhận xét đối với kỹ thuật kín khí hiện trường

Với các màng PVC hoặc PE, để bao gói kín khí buồng thử nghiệm, thường hay bị thủng châm kim, đặc biệt đối với các loại màng bao gói đã sử dụng hơn một lần. Hiện tượng thủng túi bao gói bảo quản dẫn đến việc oxi không khí tự nhiên bên ngoài lọt vào lô bảo quản, làm cho nồng độ % oxi không giảm, hoặc tăng lên bất thường.

Trong trường hợp như vậy cần nhanh chóng hàn dán lại vết thủng. Ngay khi vết thủng được dán kín, số đo nồng độ %oxi không khí lại tiếp tục giảm, tốc độ giảm nhanh chóng đạt được giá trị trước đó tại thời điểm màng chưa bị thủng. Đây là một trong những ưu điểm nổi bật của phương pháp sử dụng chất FOCOR 9 so với việc bơm khí nitơ (phải bơm khí nitơ bổ sung, hoặc thậm chí phải hút chân không lại sau đó mới bơm khí nitơ như đối với lần hút nạp ban đầu cho lô bảo quản [4]).

Hình 4 giới thiệu dạng đồ thị % oxi - t của buồng bảo quản sử dụng chất FOCOR, với hiện tượng thủng hở màng bao kín khí.

Từ đồ thị trong hình 4 có thể xác định các giai đoạn khác nhau, đặc biệt là một số giai đoạn chuyển tiếp, của quá trình hấp thu oxi không khí:

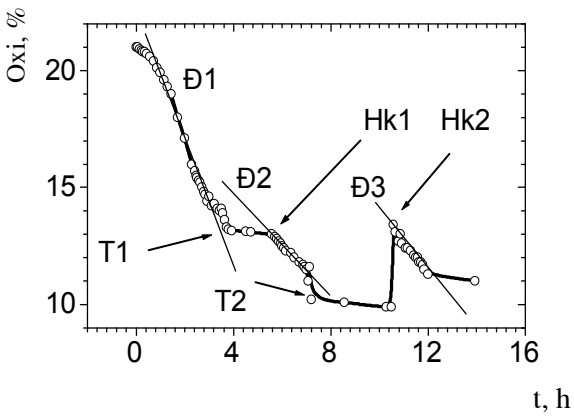
Chuyển tiếp từ trạng thái ban đầu (t = 0) sang giai đoạn hấp thu oxi (giai đoạn ủ), cần khoảng t = 0,5 h.

Giai đoạn tốc độ hấp thu oxi không khí cao nhất, t = 1 giờ đến 3 giờ 30.

Hiện tượng bị thủng màng bao gói buồng bảo quản (tại thời điểm T1, T2).

Sau khi hàn kín vết thủng của màng bao gói buồng bảo quản (Hk1 và Hk2).

Mỗi giai đoạn có thể được đặc trưng bằng tốc độ giảm nồng độ oxi, với phương trình tuyến tính hóa đồ thị quá trình giảm oxi. Một số kết quả xử lý đồ thị trên đây được giới thiệu trong bảng 2.



Hình 4: Biến thiên của nồng độ %oxi không khí theo t và hiện tượng buồng bảo quản bị thủng (ngày đầu thử nghiệm 28/4/2003)

T1, T2: Thời điểm màng bị thủng lần 1 và lần thứ 2; - Hk1, Hk2: Hàn kín lần 1 và hàn kín lần 2;

Đ1, Đ2, Đ3 : Đường tuyến tính hóa đồ thị % oxi - t , màng chưa bị thủng (Đ1), sau khi hàn kín lần 1 (Đ2) và sau khi hàn kín lần 2 (Đ3).

Bảng 2: Phương trình tuyến tính hóa biến thiên của Y (%oxi) theo t với hiện tượng thủng và hàn kín màng bao gói

STT	Tình trạng lô bảo quản	Phương trình thực nghiệm	Ghi chú
1	Màng chưa bị thủng: Đ1	Y = 22,21 - 1,437t	R > 0,992
2	Màng thủng lần 1: T1	% oxy: không tăng không giảm	
3	Sau hàn kín lần 1: Đ2	Y = 18,90 - 1,035t	R > 0,996
4	Màng thủng lần 2: T2	% oxi sau đó tăng cao	
5	Sau hàn kín lần 2: Đ3	Y = 26,04 - 1,022t	R > 0,983

Từ kết quả trên có thể rút ra một số nhận xét sau:

Như vậy chỉ số xác định việc để lọt oxi và trong lô bảo quản (do vật liệu bao gói bị thủng, bao gói bị hở) là số liệu đo %oxi trên máy đo không giảm. Nếu thủng nhỏ, số đo này không tăng không giảm hoặc tăng chậm (thủng lần 1 - T1, giai đoạn đầu thủng lần 2 - T2). Nếu vết

thủng lớn, số đo %oxi tăng lên rõ rệt (thủng lần 2 - T2, giai đoạn sau).

Chỉ số xác định việc hàn kín chỗ thủng hở chính là hiện tượng giảm dẫn %oxi, với tốc độ giảm đạt được tương ứng với số liệu đo được trước khi màng bị thủng.

Trong trường hợp vết thủng rất nhỏ, tốc độ giảm nồng độ % oxi thấp hơn nhiều so với tốc độ giảm trung bình.

Một số điểm chú ý về bảo dưỡng bao gói:

(a) Về nguyên tắc, buồng bảo quản phải kín khí. Trong thực tế vật liệu bao gói, với diện tích lớn hàng trăm mét vuông, có thể bị thủng, châm kim, bị kiến mối gặm nhấm, các đường dán bị hở, bong. Điều này đặc biệt cần chú ý đối với buồng bảo quản sử dụng lại các loại vật liệu bao gói cũ.

Vì vậy cần đo nồng độ oxi theo một qui định cụ thể, với khoảng cách thời gian giữa hai lần đo hợp lý. Giai đoạn đầu khoảng cách này thường là 30 phút đến 60 phút. Về sau có thể trên 60 phút, cho đến khi nồng độ oxi giảm đến xấp xỉ 0. Sau đó tiếp tục theo dõi và xác định nồng độ oxi trong buồng bảo quản. Mục đích chính của việc theo dõi này là nhanh chóng xác định được hiện tượng thủng hở màng bao gói để xử lý kịp thời.

(b) Trong trường hợp phát hiện vết thủng hở chậm, xử lý hàn kín không nhanh, dẫn đến việc nồng độ oxi tăng cao hơn mức quy định, mặt khác tiêu tốn thêm lượng chất FOCOR 9 nhiều hơn mức tính toán ban đầu.

Trong thực tế, đối với việc sử dụng chất FOCOR 9, vấn đề xử lý kỹ thuật khi màng báo gói bị hở đơn giản hơn và ít tiêu tốn vật tư, điện năng hơn.

IV - KẾT LUẬN

Chất FOCOR 9 làm giảm đến nồng độ oxi không khí trong lô bảo quản đến 0% chỉ sau khoảng 100 h, nếu đảm bảo bao gói kín thời gian hấp thu hết lượng oxi trong lô chỉ trong khoảng 70 - 80 h thử nghiệm.

Kết quả đo nồng độ oxi, nhiệt độ, độ ẩm bên trong và bên ngoài lô kín (trong lô bảo quản) trong suốt thời gian 11 tháng bảo quản cho thấy:

- Nồng độ oxi trong lô bảo quản luôn ở mức thấp hoàn toàn đạt yêu cầu theo qui định khắt khe nhất về bảo quản dài hạn.

- Nhiệt độ không khí bên trong lô bảo quản không cao hơn bên ngoài lô (trong lô bảo quản), tuỳ theo mùa và thời tiết nhiệt độ thường trong khỏng 20 - 30^{o}C. Điều này cho thấy phương pháp bảo quản này không có tác động nào đến việc tăng nhiệt độ của kho.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Xuân Quế. Giới thiệu chất hấp thụ oxi FOCOAR, Viện Kỹ thuật Nhiệt đới (2003).
2. Đỗ Ngọc Anh và đồng tác giả. Báo cáo tổng kết đề tài "Nghiên cứu lợi ích kinh tế của việc ứng dụng các chất khử oxi bảo quản gạo dự trữ", Bộ Tài chính, Hà Nội (2004).
3. Qui định về bảo quản gạo trong khí CO_2, Cục dự trữ Quốc gia (2000).
4. Qui định về bảo quản gạo trong khí nitơ, Cục dự trữ Quốc gia (2001).
5. Báo cáo Khoa học Đề tài "Bảo quản gạo bằng khí nitơ", Cục dự trữ Quốc gia (2000).