

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO TẬP ĐOÀN HÓA CHẤT VIỆT NAM
VIỆN HÓA HỌC CÔNG NGHIỆP VIỆT NAM**



LÊ QUỐC KHÁNH

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG OXI
ĐẾN CHẤT LƯỢNG NGÔ HẠT TRONG QUÁ TRÌNH
BẢO QUẢN KÍN KHÍ**

Chuyên Ngành: Hóa lý thuyết và Hóa lý

Mã số: 9.44.01.19

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ HÓA HỌC

HÀ NỘI – 2021

Công trình được hoàn thành tại
Viện Hóa học công nghiệp Việt Nam

Người hướng dẫn khoa học 1: PGS.TS Đỗ Trà Hương

Người hướng dẫn khoa học 2: PGS.TS Lê Xuân Quế

Phản biện 1: PGS.TS Nguyễn Ngọc Hà

Trường Đại học sư phạm Hà Nội

Phản biện 2: PGS.TS Đặng Tuyết Phương

Viện Hóa học, Viện Hàn lâm khoa học
và Công nghệ Việt Nam

Phản biện 3: PGS.TS Nguyễn Hồng Liên

Viện Kỹ thuật hóa học, Đại học Bách khoa Hà Nội

Luận án sẽ được bảo vệ tại hội đồng chấm luận án tiến sĩ

cấp Viện họp tại Viện Hóa học công nghiệp Việt Nam

Vào hồi : 14 giờ, ngày 26 tháng 04 năm 2021

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

Thư viện trung tâm ĐHQG-HN

Thư viện Viện Hóa học công nghiệp Việt Nam

A-MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Ngày nay, công nghệ bảo quản ngũ cốc, rau quả trên thế giới có xu hướng chung là loại bỏ dần các hóa chất bảo quản có độc tính cao, thay thế bằng các hóa chất ít độc hại hơn, ngưỡng dư lượng của chúng giảm xuống. hoặc sử dụng các phương pháp bảo quản sạch sẽ và an toàn.

Nghiên cứu suy giảm chất lượng ngô hạt trong quá trình bảo quản luôn được thế giới và các nhà khoa học trong nước quan tâm nghiên cứu. Chất khử oxi FOCOAR được sử dụng để tạo ra môi trường nghèo oxi là giải pháp chống oxi hóa xảy ra trong khối hạt bảo quản ngô. Tuy nhiên, cần định lượng mức độ oxi hóa này với mỗi hàm lượng oxi khác nhau, qua đó mô hình hóa và ứng dụng trong bảo quản thực tế là vấn đề đặt ra trong luận án này.

2. Mục tiêu và nội dung nghiên cứu của luận án

Ảnh hưởng của hàm lượng oxy đến chất lượng ngô hạt trong quá trình bảo quản kín khí:

- Hàm lượng oxi được thiết lập và giữ ổn định trong vi môi trường thí nghiệm: <2%, 5,0%, 10,0%, 15,0% và 20,9%.

- Đánh giá ảnh hưởng của chất khử oxi FOCOAR đến vi khí hậu (nhiệt độ, độ ẩm, điểm sương) trong vi môi trường bảo quản.

- Nghiên cứu ảnh hưởng của oxi đến chất lượng bảo quản hạt ngô thông qua các chỉ tiêu hóa lý và sự thay đổi một số thành phần dinh dưỡng trong 12 tháng bảo quản.

- Ứng dụng kết quả nghiên cứu vào bảo quản trong thực tế đối với ngô hạt thương phẩm và ngô giống.

3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

Luận án hướng tới xây dựng một giải pháp bảo quản ngô hạt an toàn, hiệu quả, với kỹ thuật đơn giản có khả năng ứng dụng trong thực tế. Đặc biệt phương pháp bảo quản khử oxi sẽ khắc phục được những nhược điểm thay thế, cạnh tranh với các phương pháp bảo quản hiện nay ở địa phương:

- Đánh giá ảnh hưởng của oxi đến chất lượng bảo quản ngô theo Tiêu chuẩn ngành 10 TCN 513-2002. Từ đó xây dựng các điều kiện bảo quản phù hợp nhằm giảm thiểu thất thoát trong quá trình bảo quản.

- Xác định được tương quan phụ thuộc giữa suy giảm dinh dưỡng protein, lipit, tinh bột với hàm lượng oxi theo thời gian bảo quản. Đó là cơ sở khoa học xây dựng những mô hình bảo quản với quy mô lớn hơn trong thực tế.

- Xác định được tính ưu việt của phương pháp bảo quản nghèo oxi so với các phương pháp bảo quản khác. Đặc biệt là so với phương pháp xông hơi hóa chất.

4. Những đóng góp mới của đề tài

1. Luận án đánh giá được ảnh hưởng của hàm lượng oxi đến chất lượng bảo quản ngô hạt về định tính theo tiêu chuẩn và đặc biệt là định lượng đối với 3 chất dinh dưỡng chính là protein, lipit và tinh bột.

2. Đã xác định được tương quan hàm số giữa suy giảm dinh dưỡng (protein, lipit và tinh bột) với thời gian bảo quản có dạng phương trình động học bậc 1, làm cơ sở khoa học để dự tính hiệu suất và thời gian bảo quản phù hợp.

3. Đã ứng dụng kết quả thực nghiệm trên đây, bảo quản, ở hàm lượng oxi <2% trong 12 tháng, để bảo quản ngô thương phẩm - kết

quả đạt tiêu chuẩn ngành 10 TCN 513-2002 về chất lượng với hiệu suất bảo quản cao trên 97%, và đối với bảo quản ngô giống - kết quả đạt quy chuẩn QCVN về độ nảy mầm và chất lượng cây non.

4. Đã xác định được sự vượt trội của phương pháp bảo quản nghèo oxi sử dụng chất khử oxi FOCOAR so với phương pháp bảo quản bằng xông hơi sử dụng Qickphos 56% thông dụng nhất hiện nay: chất lượng cảm quan và định lượng đều vượt trội trong khi thời gian bảo quản tăng gấp đôi đến 12 tháng; hơn nữa về kỹ thuật dễ triển khai, lại không độc hại đối với sức khỏe và môi trường.

5. Cấu trúc luận án

Luận án gồm 143 trang, được chia thành các phần như sau: Mở đầu 2 trang; tổng quan 27 trang; Thực nghiệm và phương pháp nghiên cứu 24 trang; kết quả và thảo luận 47 trang; Kết luận - Kiến nghị 2 trang; Điểm mới luận án 1 trang; Danh mục các công trình công bố 1 trang; Tài liệu tham khảo 12 trang (113 tài liệu) 43 hình vẽ đồ thị, 24 bảng; Phụ lục 15 trang.

B. NỘI DUNG CHÍNH CỦA LUẬN ÁN

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN TÀI LIỆU

Tìm hiểu thành phần, tính chất hạt ngô, môi trường bảo quản các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng hạt ngô, các phương pháp bảo quản ngô, ngũ cốc trong nước và thế giới ...

Tìm hiểu về chất khử oxi các ứng dụng trong bảo quản trong và ngoài nước cho thấy phương pháp bảo quản sử dụng chất khử oxi có chất lượng bảo quản cao và được ứng dụng rộng rãi trong bảo quản ngũ cốc hay thực phẩm trong và ngoài nước.

CHƯƠNG 2. THỰC NGHIỆM VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Hóa chất, dụng cụ, thiết bị

2.2. Chế tạo thiết bị vi môi trường bảo quản trong phòng thí nghiệm

Tạo 6 vi môi trường bảo quản ngô trong đó có 5 vi môi trường bảo quản có hàm lượng oxi 20,9%, 15%, 10%, 5%, <2% ổn định trong 12 tháng và 1 vi môi trường sử dụng hóa chất xông hơi làm mẫu đối chứng.

2.3. Đánh giá chất lượng bảo quản ngô

2.3.1. Đánh giá chất lượng theo tiêu chuẩn ngành nông nghiệp

Đánh giá chất lượng thông qua các chỉ tiêu theo Tiêu chuẩn ngành 10 TCN 513-2002 về ngô hạt - yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử về ngô hạt dùng với mục đích thương phẩm.

2.3.2. Đánh giá chất lượng thông qua việc xác định một số thành phần trong hạt ngô

Sử dụng một số phương pháp xác định thành phần hạt:

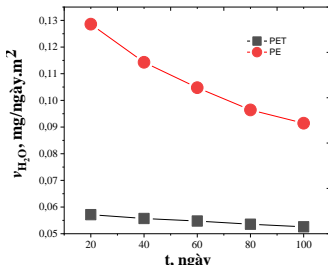
- Xác định hàm lượng protein theo phương pháp DUMAS
- Xác định lượng chất béo tổng số bằng phương pháp chiết Randall
- Xác định hàm lượng tinh bột bằng phương pháp Lane-Eynon
- Xác định hàm lượng nước trong hạt ngô (thủy phân hạt)

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

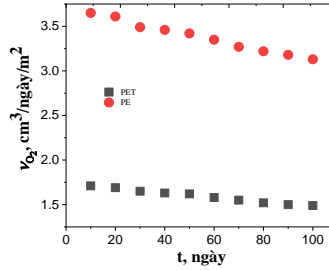
3.1. Vi môi trường bảo quản nghèo oxy

3.1.1. Độ kín của màng bảo quản PET, PE

Từ khối lượng nước, oxy thấm qua màng trong một đơn vị diện tích theo thời gian và thể hiện bằng đồ thị trong hình 3.1.a và 3.1b



(3.1a)



(3.1b)

Hình 3.1. Biến thiên tốc độ thấm hơi nước, oxy theo thời gian

- Thấm hơi nước:

Sau 100 ngày màng PET có tốc độ thấm trung bình 0,053 mg/ngày/m² và PE là 0,091 mg/ngày/m².

Nếu được bảo quản trong bình 15,78 lít sử dụng màng PE và PET (ở 25 °C, độ ẩm tương đối bên trong (RH) là 70%, độ ẩm không khí bão hòa là 23g /m³ [101]) thì tỷ lệ nước thấm vào c trong bình PET và PE lần lượt là 2,5% và 4,3%. Kết quả này còn nhỏ với sai số của hệ thống đo nhiệt ẩm tự động (5%). Điều này cho thấy rằng hơi nước xâm nhập trong 365 ngày là không đáng kể hoặc thiết bị bảo quản đảm bảo độ kín tốt trong 12 tháng lưu trữ.

- Thấm oxy:

Sau 100 ngày đối với bình sử dụng màng PET hàm lượng oxy tăng lên 0,33%, tốc độ thấm oxy trung bình là 1,49 cm³/ngày/m² và bình sử

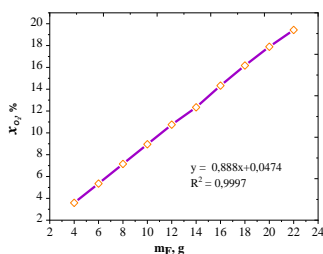
dụng màng PE hàm lượng oxy thấm vào là 0,69%, tốc độ thấm oxy là 3,13 cm³/ngày.m². Tức là màng PE có tốc độ thấm oxy gấp 2,1 lần so với màng PET.

Kết quả trên cho thấy, nếu bảo quản liên tục trong 365 ngày thì hàm lượng oxy thấm vào trong bình PET là 1,2% và PE là 2,5% sẽ gây sai số. Để hạn chế sai số này, thiết lập hệ thống MSI cảnh báo tự động khi nồng độ thay đổi ±0,2% và tính toán lượng FOCOAR vừa đủ để khử bổ sung lượng oxy tăng lên 3 tháng 1 lần.

3.1.2. Ảnh hưởng của chất khử FOCOAR trong vi môi trường PET

3.1.2.1. Ảnh hưởng của hàm lượng chất khử FOCOAR đến hàm lượng oxy

Tiến hành khử oxy với lượng định trước (4g, 8g...) trong bình đến khi hàm lượng oxy ổn định, dựa vào hàm lượng oxy đo được theo thời gian ($x_{O_2(t)}$), tính được hàm lượng oxy bị khử (x_{O_2} , %) và thể tích oxy bị khử. Từ đó xây dựng đường chuẩn giữa khối lượng oxy và hàm lượng oxy bị khử, hình 3.2.



Hình 3.2. Đường chuẩn mối liên hệ giữa khối lượng FOCOAR và lượng oxy bị khử

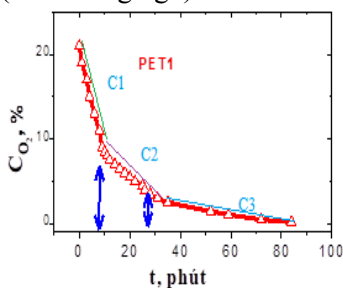
Dựa vào phương trình đồ thị ta có mối liên hệ giữa lượng chất khử FOCOAR và hàm lượng oxy bị khử (x_{O_2}):

$$x_{O_2} = 0,888m_F + 0,0474$$

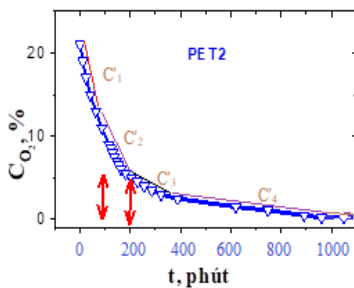
Phương trình trên có ý nghĩa trong việc tính toán khối lượng chất khử cần dùng để khử oxy về nồng độ mong muốn.

3.1.2.2. Tốc độ khử oxy trong vi môi trường bảo quản

Tiến hành khảo sát biến thiên hàm lượng oxy, từ 20,9%, theo thời gian trong 2 vi môi trường PET1 (không có ngô) và PET2 (chứa 10kg ngô).



Hình 3.3. Biến thiên hàm lượng oxy theo thời gian trong vi môi trường PET1



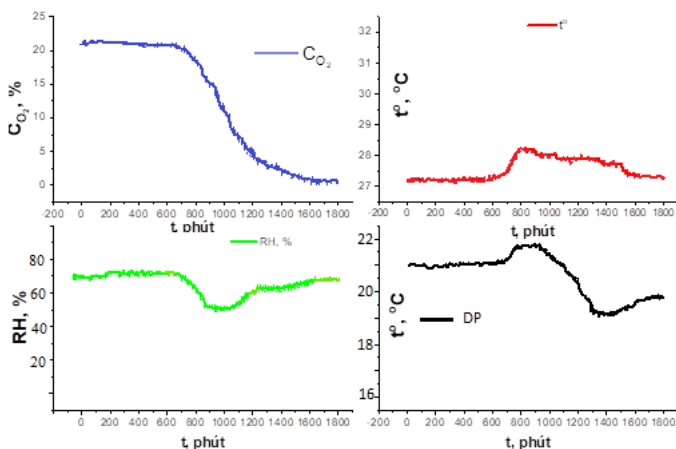
Hình 3.4. Biến thiên hàm lượng oxy theo thời gian trong vi môi trường PET2

Tốc độ khử oxy của FOCOAR đối với vi môi trường PET1 trong 84 phút trung bình là 0,25 %/phút và vi môi trường PET2 trong 1100 phút là 0,019 %/phút. Tốc độ khử oxy trong vi môi trường PET2 chậm hơn khoảng 13,1 lần so với PET1. Có thể thấy, vi môi trường PET2 chứa ngô hạt đã làm cản trở quá trình khuếch tán oxy tới bề mặt của chất khử, dẫn đến hàm lượng oxy bị khử chậm hơn PET1. Lý do dẫn đến sự chuyển đổi của mỗi pha sang quá trình oxy hóa khác là do sự thụ động của kim loại trong chất khử oxy Focoar oxy hóa để giảm oxy khí quyển trong vi môi trường sử dụng màng PET.

3.1.2.3. Ảnh hưởng của chất khử oxy đến vi khí hậu bảo quản

Vi môi trường được khảo sát trong bình 15,78 lít chứa 10kg ngô hạt, độ ẩm hạt 13%, độ ẩm không khí ban đầu 73%, sử dụng 30 gam chất khử oxy, duy trì nhiệt độ ban đầu 27,1°C bằng máy điều hòa

nhệt độ. Nhiệt độ và độ ẩm trong bình thí nghiệm được đo tự động trong thời gian 1800 phút, thu được đồ thị như hình 3.5.



Hình 3.5. Biến thiên độ ẩm, nhiệt độ và điểm sương trong vi môi trường trong 30 giờ

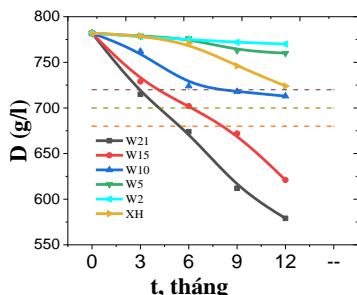
Khi chất khử Focoar hoạt động, thời điểm từ 730 đến 1362 phút, hàm lượng oxi giảm nhanh, kéo theo nhiệt độ trong vi môi trường tăng dần từ 27,1°C đến 28,6°C, sau đó giảm dần về 27°C, đồng thời độ ẩm không khí giảm từ 70,0% về 51,5%. Nhiệt độ điểm sương tăng cao nhất 25,19°C, ở thời điểm 770 phút, do thời điểm này tốc độ phản ứng khử oxi xảy ra nhanh làm tăng nhiệt độ, tuy nhiên không thấy hiện tượng đọng sương trên bề mặt màng bảo quản.

Thực nghiệm trên đã cho thấy hoạt động của chất khử FOCOAR ít nhiều đã ảnh hưởng đến vi khí hậu bảo quản. Tuy nhiên, hoạt động của chất khử diễn ra nhanh biên độ nhỏ nên mức độ ảnh hưởng không đáng kể [14].

3.2. Bảo quản ngô hạt

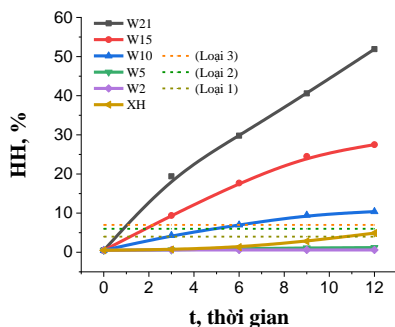
3.2.1. Ảnh hưởng của oxi đến chất lượng hạt

Thí nghiệm bảo quản ngô hạt trong 5 vi môi trường có hàm lượng oxi lần lượt là <2%, 5%, 10%, 15%, 20,9% ký hiệu tương ứng là W2, W5, W10, W15, W21; và bảo quản xông hơi khử trùng, ký hiệu là XH, làm mẫu đối chứng. Kết quả được đối chiếu với Tiêu chuẩn ngành nông nghiệp 10 TCN 513-2002 về ngô hạt.



Hình 3.6. Biến đổi dung trọng (trọng lượng riêng) hạt theo thời gian trong các vi môi trường

Dung trọng phụ thuộc vào hàm lượng oxi và thời gian bảo quản. hàm lượng oxi càng thấp thì dung trọng của hạt càng ít bị suy giảm (hình 3.7). Hai vi môi trường W2, W5 có dung trọng hạt đều đạt hạng 1 (>720g/l), không có sự khác biệt đáng kể giữa 2 vi môi trường này. Đối với vi môi trường W10 đạt hạng 1 ở 6 tháng đầu và hạng 2 trong 12 tháng. Dung trọng trong vi môi trường W15 chỉ đạt hạng 2 (>700 g/lit) dưới 6 tháng và hạng 1(>720 g/lit) dưới 3 tháng bảo quản.



Hình 3.7. Hạt hư hỏng tổng số (HH) theo thời gian trong các vi môi trường bảo quản

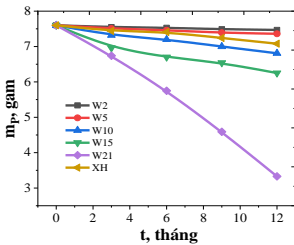
Sau 12 tháng bảo quản hạt hư hại (tổng số) ở các vi môi trường W2, W5 thấp hơn rất nhiều so với hạng 1 trong tiêu chuẩn ngành.

Bảo quản trong điều kiện hàm lượng oxy càng thấp, hạt hư hỏng càng giảm, trong đó bảo quản ở hàm lượng oxy <2% cho kết quả tốt nhất.

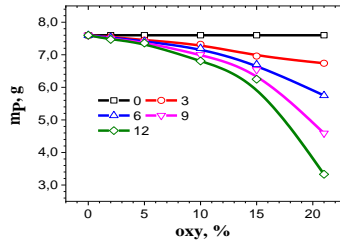
3.2.2. Ảnh hưởng của oxy đến một số chất dinh dưỡng trong hạt ngô

3.2.2.1. Ảnh hưởng của oxy đến sự suy giảm hàm lượng protein

Hàm lượng protein được phân tích bằng phương pháp Dumas trước (a gam) và sau 3, 6, 9, 12 tháng (a-x_i gam) bảo quản. Hiệu quả bảo quản đối với protein ngô hạt trong 5 vi môi trường (W2, W5, W10, W15, W21) được đánh giá với mẫu đối chứng bằng phương pháp xông hơi khử trùng (XH).



(3.8a)



(3.8b)

Hình 3.8. Biến đổi hàm lượng protein theo thời gian (a) và theo hàm lượng oxy (b) trong các vi môi trường

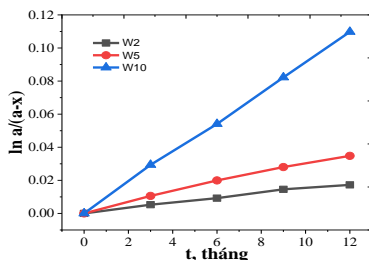
Mức độ suy giảm hàm lượng protein phụ thuộc vào hàm lượng oxy khoảng hàm lượng oxy tối ưu nhất đảm bảo duy trì hàm lượng protein của ngô hạt, với hiệu suất trên 98,29%, là <2%, thời gian bảo quản kéo dài đến 12 tháng.

Bảo quản đối với protein của ngô hạt bằng phương pháp nghiền oxi ở hàm lượng oxi $\leq 5\%$ có chất lượng cao hơn so với phương pháp xông hơi khử trùng.

Thiết lập biểu thức động học suy giảm protein theo thời gian ở các hàm lượng oxi khác nhau

Dựa vào dữ kiện hàm lượng protein dựng được đồ thị $\ln \frac{a}{a - x_i}$

theo thời gian, hình 3.9.



Hình 3.9. Đường động học suy giảm hàm lượng protein hạt ngô theo thời gian trong các vi môi trường bảo quản

$$W2: \quad Y_1 = 0,0015x$$

$$W5: \quad Y_2 = 0,003x$$

$$W10: \quad Y_3 = 0,009x$$

Thay hệ số góc (hay hằng số tốc độ) đường Y_1 là $k_{p1} = 0,0015$; Y_2 là $k_{p2} = 0,003$ Y_3 là $k_{p3} = 0,009$ vào phương trình động học bậc 1, ta được:

$$\ln \frac{7,60}{7,60 - x_1} = 0,0015.t \quad (III.1)$$

$$\ln \frac{7,60}{7,60 - x_2} = 0,003.t \quad (III.2)$$

$$\ln \frac{7,60}{7,60 - x_3} = 0,009.t \quad (III.3)$$

Ứng với các công thức III.1, III.2, III.3 là 3 phương trình của các vi môi trường W2, W5, W10 mô tả suy giảm protein theo thời

gian. tốc độ suy giảm protein phụ thuộc vào hằng số k, hàm lượng oxi càng giảm hằng số tốc độ càng giảm.

Từ công thức III.1, III.2 và III.3 thiết lập được mối tương quan giữa hiệu suất và thời gian bảo quản protein với các vi môi trường W2, W5, W10 lần lượt:

$$H_{P1} = e^{-0,0015.t} .100\% \quad (III.4)$$

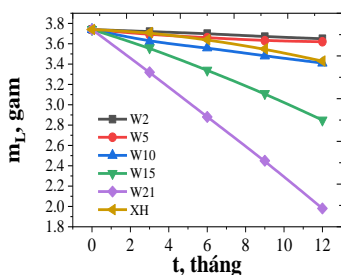
$$H_{P2} = e^{-0,003.t} .100\% \quad (III.5)$$

$$H_{P3} = e^{-0,009.t} .100\% \quad (III.6)$$

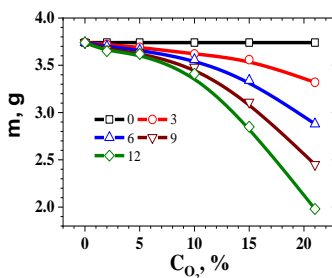
Từ 3 phương trình có ý nghĩa trong việc mô hình hóa chất lượng bảo quản protein, giúp kiểm soát chất lượng bảo quản protein theo thời gian.

3.2.2.2. Ảnh hưởng của hàm lượng oxi đến sự suy giảm hàm lượng lipid ngô hạt

Hàm lượng lipid (m_L) được phân tích theo phương pháp chiết Randall. Phân tích được thực hiện trước (b) và sau bảo quản 3, 6, 9, 12 tháng ($b - y_i$). Đánh giá chất lượng bảo quản đối với lipid ngô hạt trong 5 vi môi trường (W2, W5, W10, W15, W21) và đối chứng với bảo quản bằng phương pháp xông hơi khử trùng (XH).



(3.10a)



(3.10b)

Hình 3.10. Biến đổi hàm lượng lipid theo thời gian (3.10a) và theo hàm lượng oxi (3.10b) trong các vi môi trường theo thời gian

Như vậy, đối với bảo quản ngô hạt (ở $W = 13\%$, $RH = 65-70\%$, $t^{\circ} = 25 \pm 2^{\circ}C$) thì oxy là nguyên nhân chính tác động đến suy giảm lipid. Việc giảm sâu nồng độ oxy sẽ giúp kéo dài thời gian bảo quản và duy trì hàm lượng lipid trong hạt.

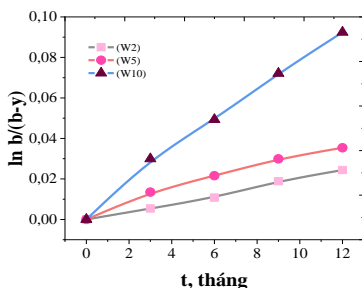
Kết quả trên cho thấy, khoảng hàm lượng oxy phù hợp nhất đảm bảo duy trì hàm lượng lipid, hiệu suất đạt trên 97,59%, là <2%, và kéo dài thời gian bảo quản đến 12 tháng. So với phương pháp xông hơi khử trùng (XH) phương pháp bảo quản ở hàm lượng oxy 5% đạt hiệu quả cao hơn.

• Thiết lập biểu thức động học suy giảm lipid của hạt ngô theo thời gian trong các vi môi trường có hàm lượng oxy khác nhau

Tương tự như nghiên cứu động học suy giảm protein của ngô hạt, động học suy giảm hàm lượng lipid được khảo sát với kết quả phân tích ở thời điểm 0, 3, 6, 9, 12 tháng với mỗi hàm lượng oxy.

Từ kết quả hàm lượng lipid trong 12 tháng, tính $\ln \frac{b}{b - y_i}$

tại thời điểm 3, 6, 9, 12 tháng, kết quả được giới thiệu trên hình 3.11



Hình 3.11. Đường động học suy giảm hàm lượng lipid hạt ngô trong các vi môi trường bảo quản theo thời gian

Fitting tuyến tính được 3 phương trình:

W2: $Y_1' = 0,002x'$

W5: $Y_2' = 0,0032x'$

$$W10: Y_3' = 0,0079x'$$

Thay hệ số góc (hay hằng số tốc độ) đường Y'_1 là $k_{pL1} = 0,0014$; Y'_2 là $k_{L2} = 0,0027$; Y'_3 là $k_{L3} = 0,009$ vào phương trình động học bậc 1 ta được 3 phương trình ứng với 3 hàm lượng oxi khác nhau:

$$\ln \frac{3,74}{3,74 - y_1} = 0,0020.t \quad (III.7)$$

$$\ln \frac{3,74}{3,74 - y_2} = 0,0032.t \quad (III.8)$$

$$\ln \frac{3,74}{3,74 - y_3} = 0,0079.t \quad (III.9)$$

Phương trình trên cho biết mức độ suy giảm lipid phụ thuộc vào hằng số tốc độ của các vi môi trường, vi môi trường có hàm lượng oxi càng thấp thì hằng số tốc độ càng nhỏ. Điều đó cho thấy tốc độ suy giảm lipid phụ thuộc vào hàm lượng oxi bảo quản.

• ***Thiết lập biểu thức hiệu suất bảo quản lipid của hạt ngô theo thời gian trong các vi môi trường có hàm lượng oxi khác nhau***

Tương tự, thiết lập hiệu suất bảo quản ứng với 3 vi môi trường W2, W5, W10 lần lượt là:

$$H_{L1} = e^{-0,020.t} .100\% \quad (III.10)$$

$$H_{L2} = e^{-0,032.t} .100\% \quad (III.11)$$

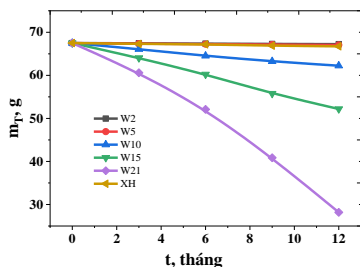
$$H_{L3} = e^{-0,0079.t} .100\% \quad (III.12)$$

Dựa vào các phương trình (III.10) – (III.12) có thể dự đoán hiệu suất bảo quản lipid theo thời gian. Điều này, giúp kiểm soát tốt chất lượng bảo quản lipid.

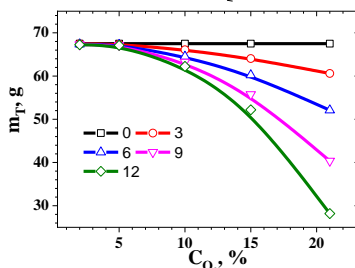
3.3.2.3. ***Ảnh hưởng của hàm lượng oxi đến sự suy giảm tinh bột hạt ngô***

Hàm lượng tinh bột được phân tích bằng phương pháp Lane-Eynon (phụ lục I.3). Hàm lượng tinh bột trước khi bảo quản là c gam

và sau 3, 6, 9, 12 tháng là $c - z_i$ gam, trong 5 vi môi trường (W2, W5, W10, W15, W21) có hàm lượng oxy khác nhau. vi môi trường bảo quản bằng phương pháp xông hơi khử trùng (XH) làm mẫu đối chứng.



(12a)



(12b)

Hình 3.12. Biến đổi hàm lượng tinh bột của hạt ngô theo hàm lượng oxy (3.12a) và theo thời gian trong vi môi trường bảo quản (3.12b)

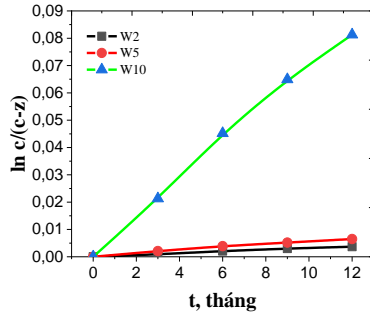
Kết quả trên hình 3.12 cho thấy, sự suy giảm tinh bột tăng dần theo thời gian bảo quản (hình 3.12a) và mức độ suy giảm lipit phụ thuộc vào hàm lượng oxy, hàm lượng oxy càng thấp thì càng hạn chế mức độ suy giảm của tinh bột (hình 3.12b).

Như vậy, bảo quản ngô hạt trong điều kiện: $W = 13\%$, $RH = 65-70\%$, $t^\circ = 25 \pm 2^\circ C$, thì hàm lượng oxy là nguyên nhân chính tác động đến suy giảm tinh bột. Khoảng hàm lượng oxy tối ưu nhất đảm bảo chất lượng tinh bột là 2%, có thời gian bảo quản kéo dài đến 12 tháng với hiệu suất trên 99,35%.

*** Thiết lập biểu thức động học suy giảm tinh bột của ngô hạt trong các vi môi trường**

Dựa vào dữ kiện hàm lượng tinh bột tính được $\ln \frac{c}{c - z_i}$ ở các

thời điểm 3, 6, 9, 12 tháng, kết quả thể hiện trên hình 3.13



Hình 3.13. Đường động học suy giảm hàm lượng tinh bột của hạt ngô theo thời gian trong các vi môi trường

$$W2: \quad y'' = 0,0003x''$$

$$W5: \quad y'' = 0,0006x''$$

$$W10: \quad y'' = 0,007x''$$

Thay hệ số góc (hay hằng số tốc độ) đường Y''_1 là $k_{T1} = 0,0003$; Y''_2 là $k_{T2} = 0,0006$ Y''_3 là $k_{T3} = 0,007$ vào phương trình đồ thị ta được 3 phương trình động học bậc 1, lần lượt ứng với 3 vi môi trường W2, W5, W10:

$$\ln \frac{67,5}{67,5 - z_1} = 0,0003.t \quad (III.13)$$

$$\ln \frac{3,74}{3,74 - z_2} = 0,0006.t \quad (III.14)$$

$$\ln \frac{3,74}{3,74 - z_3} = 0,007.t \quad (III.15)$$

Phương trình động học mô tả suy giảm tinh bột theo thời gian, cho biết mức độ suy giảm dinh dưỡng phụ thuộc vào hằng số tốc độ của mỗi phương trình, hàm lượng oxi càng thấp thì hằng số tốc độ càng giảm. Điều đó cho thấy tốc độ suy giảm tinh bột phụ thuộc vào hàm lượng oxi bảo quản.

• **Thiết lập biểu thức hiệu suất bảo quản tinh bột của hạt ngô theo thời gian trong các vi môi trường**

Tương tự, dựa vào III.13, III.14, III.15 thiết lập mối liên hệ giữa hiệu suất bảo quản tinh bột và thời gian ứng với 3 vi môi trường W2, W5, W10 lần lượt là:

$$H_{T1} = e^{-0,0003.t} .100\%$$

$$H_{T2} = e^{-0,0006.t} .100\%$$

Dựa vào các $H_{T3} = e^{-0,007.t} .100\%$ phương trình này có thể dự đoán hiệu suất bảo quản tinh bột theo thời gian, giúp kiểm soát chất lượng bảo quản tinh bột tốt và chủ động hơn.

3.3. Ứng dụng bảo quản ngô ở địa phương

3.3.1. Ứng dụng bảo quản ngô hạt thương phẩm

Chọn điều kiện tối ưu để bảo quản ngô thương phẩm:

t°	RH, %	W, %	Oxi, %
25°C±2	65-70%	13%	<2%

Bảng 3.1. Kết quả đánh giá một số chỉ tiêu chất lượng hạt ngô

VMT	W (%)	HH (%)	Hạt sâu một (%)	D (g/lit)	Hạt khác màu (%)	Mùi	Hàm lượng oxi, %
N0	13,4%	0,63	0,43	755	0,52	Thơm	0,1

Sau 12 tháng bảo quản							
N1	12,9	0,72	0,69	740	0,82	Thơm	0,3
N2	12,8	0,88	0,73	737	0,78	Thơm	0,2
N3	13,1	0,79	0,75	742	0,77	Thơm	0,8
N4	12,7	0,81	0,69	732	0,86	Thơm	0,6
N5	12,8	0,91	0,81	736	0,69	Thơm	0,4
N6	13,0	0,83	0,73	744	0,78	Thơm	0,9
N7	12,8	0,82	0,77	734	0,79	Thơm	0,8
N8	12,9	0,75	0,72	745	0,67	Thơm	0,3
N9	12,6	0,91	0,89	727	0,87	Thơm	0,5
N10	12,8	0,88	0,73	735	0,86	Thơm	0,6
TB	12,8	0,83	0,75	737	0,79%	-	0,54
Sau 12 tháng	Giảm 0,6 %	Tăng 0,17	Tăng 0,32	Giảm 0,18 g/lít	Tăng 0,27%	Không thay đổi	Tăng 0,44%

Trong suốt 12 tháng tất cả các vi môi trường bảo quản, hàm lượng oxi được duy trì ổn định dưới 2%, hạt vẫn đảm bảo mùi thơm, độ ẩm hạt giảm 0,6%, tỷ lệ hạt khác màu tăng trung bình 0,27%, hạt sâu mọt hại ngô tăng trung bình 0,32%, hạt hư hại (tổng số) tăng trung bình 0,17%, dung trọng hạt giảm trung bình 0,18g/lít. Đối chiếu các chỉ tiêu này với tiêu chuẩn 10TCN 513-2002 về ngô hạt thương phẩm cho thấy, tất cả các chỉ tiêu trên đều đạt và vượt tiêu chuẩn về chất lượng.

Bảng 3.2. Hàm lượng protein, lipid, tinh bột sau 12 tháng

Thời gian	Mẫu	H _{pi} ,%	H _{Li} ,%	H _{Ti} ,%
Sau 12 tháng	N1	98,22	97,32	99,66
	N2	97,95	97,76	99,66
	N3	98,63	97,99	98,98
	N4	98,08	97,76	99,83
	N5	98,63	97,54	99,49
	N6	98,08	97,76	99,32
	N7	97,95	97,76	99,15
	N8	97,12	97,32	99,66
	N9	98,22	96,42	99,32
	N10	97,95	97,32	99,49
TB		98,08	97,49	99,42

Sau 12 tháng bảo quản: Hàm lượng protein của ngô hạt trung bình là 7,16 gam, đạt hiệu suất bảo quản 98,08%, độ lặp lại 0,029. Hàm lượng lipid trung bình đạt 4,36g/100g, hiệu suất bảo quản 97,49%, với độ lặp lại 2,029. Hàm lượng tinh bột trung bình đạt 58,56g/100g, hiệu suất bảo quản 99,42%.

Đôi chiếu giữa kết quả đánh giá hiệu suất trong điều kiện thực tế với công thức hiệu suất ở nồng độ oxi <2% rút ra từ thực nghiệm bảo quản protein, lipid, tinh bột: protein bảo quản thực tế thấp hơn 0,14%, lipid thấp hơn 0,13%, tinh bột thấp hơn 0,22%.

Kết quả trên cho thấy phương trình thu được từ thực nghiệm trong phòng thí nghiệm dự đoán hiệu suất bảo quản đối với hàm lượng protein, lipid, tinh bột trong 12 tháng là đáng tin cậy. Công thức thực nghiệm phù hợp ngay cả với giống ngô khác (DK8868) và nhiệt độ thay đổi theo điều kiện khí hậu địa phương (<30°C).

3.3.2. Ứng dụng trong bảo quản hạt ngô giống

3.3.2.1. Đánh giá cảm quan

Hạt ngô đã được bảo quản 12 tháng, được đánh giá 3 tháng theo ba tiêu chí (chỉ số cảm quan): 1- Hình dạng tròn, không có vết nứt, không sâu bệnh (Tiêu chí này được ký hiệu là d), 2) màu của hạt nhân không xỉn màu (tiêu chí này là c), 3) độ bóng tốt (ký hiệu b). Tất cả ba tiêu chí (dcb) được đánh giá theo ba cấp: tốt (dcb), chấp nhận được (d-c-b) và xấu (- -).

Bảng 3.3. Đánh giá cảm quan về hạt ngô trong 12 tháng bảo quản

STT	Mẫu	t, tháng	Độ ẩm hạt W, %			
			11,7		13,2	
			20.9%	< 2%	20.9%	< 2%
1	S0	0	dcb	dcb	dcb	dcb
2	S3	3	dcb-	dcb	dc-b-	dcb
3	S6	6	d-c-b-	dcb	d- - -	dcb
4	S9	9	d-c- -	dcb	- - -	dcb-
5	S12	12	d- - -	dcb	- - -	dc-b-

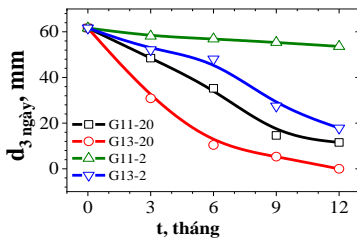
Theo kết quả đánh giá cảm quan cho thấy, mẫu G11-2 có chất lượng đánh giá cảm quan tốt (dcb): Sau 12 tháng bảo quản nhìn chung hạt tròn không có vết nứt, không có sâu bệnh. Mẫu G13-2 có chất lượng bảo quản tốt trong 6 tháng, sau đó chất lượng giảm dần hạt giảm về độ bóng và màu bị xỉn ở 9-12 tháng. Ngoài ra, 2 mẫu G11-20 và G13-20 có chất lượng đánh giá cảm quan tốt trong 3 tháng

đầu, sau đó chất lượng giảm dần, đặc biệt G13-20 không đạt được tiêu chí nào ở tháng 9 và 12.

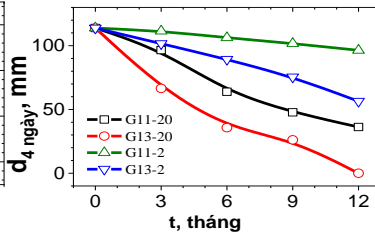
3.3.2.2. Ảnh hưởng hàm lượng oxi và thời gian đến khả năng nảy mầm của hạt ngô giống

Sau 12 tháng bảo quản có G_p của 2 mẫu được bảo quản ở hàm lượng oxi $<2\%$ (G11-2 và G13-2) vẫn giữ nguyên được các chỉ tiêu so với mẫu ban đầu (G0), cho chất lượng hạt giống tốt. Đến 9 và 12 tháng chỉ có mẫu G11-2 đạt yêu cầu về chất lượng hạt giống. Hạt có độ ẩm 13,2% không phù hợp bảo quản kéo dài trên 9 tháng ngay cả khi hàm lượng oxi thấp $<2\%$.

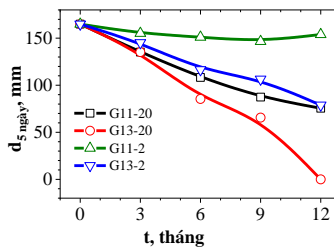
3.2.2.3. Ảnh hưởng oxi đến sự phát triển của cây non



Hình 3.14. Chiều cao trung bình của cây ngô sau 3 ngày



Hình 3.15. Chiều cao trung bình của cây ngô sau 4 ngày



Hình 3.16. Chiều cao trung bình của cây ngô sau 5 ngày gieo hạt

Sau 6 tháng bảo quản trong môi trường nghèo oxi, ở hàm lượng oxi <2%, các mẫu hạt ngô có độ ẩm 11,7% và 13,2% sở hữu G_p nảy mầm tối đa, gieo hạt và tăng trưởng bình thường, đạt tiêu chuẩn tốt. Tuy nhiên, ở mức oxi cao 20,9% thậm chí tỷ lệ nảy mầm cao, nhưng cây non cho thấy mô hình tăng trưởng chậm, đặc biệt đối với mẫu độ ẩm của $W = 13,2\%$.

Chỉ có mẫu hạt ngô có độ ẩm $W = 11,7\%$, được bảo quản 12 tháng ở mức oxi <2% (G11-2), đã giữ được sự nảy mầm của nó ở chất lượng tốt nhất, và sự phát triển tốt của cây giống.

KẾT LUẬN

1. Đã chế tạo được 5 vi môi trường bảo quản trong phòng thí nghiệm đảm bảo kín khí với 5 hàm lượng oxi ổn định, là <2%, 5,0%, 10,0%, 15,0%, 20,9%, và duy trì trong suốt thời gian bảo quản.

2. Đã nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng oxi đến chất lượng bảo quản ngô hạt trong phòng thí nghiệm, kết quả là:

2.1. Xác định được: Hàm lượng oxi phù hợp nhất để bảo quản là <2%, chất lượng bảo quản trong 12 tháng, về cảm quan luôn đạt tiêu chuẩn ngành TCN 513-2002, về định lượng luôn đạt hiệu suất cao: đối với protein trên 98,29%, tinh bột trên 99,63%, trên lipit 97,59%.

2.2. Đã xác định được tương quan hàm số giữa suy giảm dinh dưỡng (protein, lipit và tinh bột) với thời gian bảo quản có dạng phương trình động học bậc 1, làm cơ sở khoa học để dự tính hiệu suất và thời gian bảo quản phù hợp.

3. So với phương pháp bảo quản bằng xông hơi sử dụng Qickphos 56% thông dụng nhất hiện nay, phương pháp bảo quản nghèo oxi sử dụng FOCOAR có chất lượng cảm quan và định lượng đều vượt trội trong khi thời gian bảo quản tăng gấp đôi đến 12 tháng; hơn nữa lại dễ triển khai, không độc hại đối với sức khỏe và môi trường.

4. Đã áp dụng kết quả thực nghiệm trên đây để bảo quản 5 tấn ngô thương phẩm ở hàm lượng oxi <2% trong 12 tháng đạt chất lượng cảm quan theo tiêu chuẩn, hiệu suất bảo quản đối với protein trên 98,08%, lipit 97,49%, tinh bột 99,62%; kết quả này tương đương với kết quả thực nghiệm trong phòng thí nghiệm.

5. Đã áp dụng kết quả thực nghiệm trên đây để bảo quản ngô giống ở hàm lượng oxi <2% trong 12 tháng đạt độ nảy mầm theo QCVN 01-47:2011/BNNPTNT, hơn nữa cây non đều phát triển tốt.

DANH MỤC NHỮNG CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

1. Lê Quốc Khánh, Võ An Quân, Nguyễn Thị Hảo, Đỗ Trà Hương, Nguyễn Văn Dương, Lê Xuân Quế (2017), *A study on the kinetics of oxi reduction in hermetic minienvuronment using reducing agent FOCOAR*, tạp chí Khoa học công nghệ Việt Nam, tập 55 số 5B 10/2017.
2. Lê Quốc Khánh, Nguyễn Thị Hảo, Nguyễn Văn Dương, Nguyễn Thị Thơ, Tạ Đức Thắng, Đỗ Trà Hương, Lê Xuân Quế (2018), *Nghiên cứu bảo quản nghèo oxi đối với ngô hạt trong vi môi trường kín khí sử dụng chất khử oxi focoar*, Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học, tập 23, số 4 (đặc biệt) 2018, Trang 27-33.
3. Khanh Le Quoc, Duong Nguyen Van, Chi Le Linh, Huong Do Tra and Que Le Xuan (2018), *Lipid degradation of corn preserved in oxi depleted minienvironment*, International Journal of Development Research Vol. 08, Issue, 12, pp.24670-24673.
4. Khanh Le Quoc, Duong Nguyen Van, Chi Le Linh, Huong Do Tra and Que Le Xuan (2018), *Germination of corn seed persevered in oxi depleted minienvironment*, International Journal of Development Research Vol. 08, Issue, 12, pp.24683-24687.
5. Lê Quốc Khánh, Nguyễn Văn Dương, Lê Linh Chi, Đỗ Trà Hương, Lê Xuân Quế (2019) Nghiên cứu quá trình suy giảm dinh dưỡng của ngô hạt bảo quản trong vi môi trường có nồng độ oxi khác nhau. 1-suy giảm hàm lượng tinh bột, *Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học*. tập 24, số 2/2019, Trang 111-116.
6. Lê Quốc Khánh, Nguyễn Văn Dương, Lê Linh Chi, Đỗ Trà Hương, Lê Xuân Quế (2019), Nghiên cứu quá trình suy giảm dinh dưỡng của ngô hạt bảo quản trong vi môi trường có nồng độ oxi khác nhau. 1-suy giảm hàm lượng protein, *Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học*. tập 24, số /2019, Trang 196-200.
7. Duong Nguyen Van, Khanh Le Quoc, Xuan Bui Thanh, Hung Chu Tam, Que Le Xuan (2019), *Variation of corn weevil sitophilus zeamais population in a hermetic preservation minienvironment*

depleted of oxi, *International Journal of Science and Research (IJSR)*,
Volume 8 Issue 10pp 145-149.