

Lời nói đầu

TCVN 7857-1:2008 hoàn toàn tương đương với ISO 6322-1:1996;

TCVN 7857-1:2008 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn TCVN/TC/F1 *Ngũ cốc và đậu đỗ* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 7857 (ISO 6322) *Bảo quản ngũ cốc và đậu đỗ*, gồm các phần sau đây:

- TCVN 7857-1:2008 (ISO 6322-1:1996) *Bảo quản ngũ cốc và đậu đỗ – Phần 1: Khuyến nghị chung về bảo quản ngũ cốc;*
- TCVN 7857-2:2008 (ISO 6322-2:2000) *Bảo quản ngũ cốc và đậu đỗ – Phần 2: Khuyến nghị thực hành;*
- TCVN 7857-3:2008 (ISO 6322-3:1989) *Bảo quản ngũ cốc và đậu đỗ – Phần 3: Kiểm soát sự xâm nhập của dịch hại.*

Bảo quản ngũ cốc và đậu đỗ –

Phần 1: Khuyến nghị chung về bảo quản ngũ cốc

Storage of cereals and pulses –

Part 1: General recommendations for the keeping of cereals

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đưa ra hướng dẫn liên quan đến bảo quản ngũ cốc. Các khía cạnh khác về bảo quản ngũ cốc và đậu đỗ được quy định trong TCVN 7857-2 (ISO 6322-2) và TCVN 7857-3 (ISO 6322-3).

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi.

TCVN 4995:2008 (ISO 5527:1995), Ngũ cốc – Thuật ngữ và định nghĩa.

3 Định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa nêu trong TCVN 4995:2008 (ISO 5527:1995) và định nghĩa sau đây:

3.1

Độ ẩm tương đối (relative humidity)

Tỷ lệ giữa áp suất hơi nước của không khí ẩm trong mẫu với áp suất hơi nước bão hoà ở cùng một nhiệt độ.

4 Các khía cạnh của vấn đề

4.1 Yếu tố kỹ thuật

Vấn đề của việc lưu giữ ngũ cốc xuất hiện ở hai giai đoạn khác nhau như trong 4.1.1 và 4.1.2.

4.1.1 Ngay sau khi thu hoạch, hạt ngũ cốc thường có độ ẩm cao trong một khoảng thời gian từ một vài giờ đến một vài tháng. Đặc biệt là sản phẩm không ổn định và ở giai đoạn này các điều kiện bảo quản đều không thích hợp. Thông thường, trong khi đợi để xử lý thích hợp vấn đề về bảo quản ở trang trại hoặc trong các xilô và các phòng bảo quản, không phải lúc nào cũng được trang bị đầy đủ.

4.1.2 Tính đến khi tiêu thụ thì ngũ cốc cần được bảo quản từ một vài tháng đến vài năm ở độ ẩm bằng hoặc thấp hơn mức tối đa, độ ẩm này có thể được cố định ở mỗi quốc gia. Việc bảo quản như thế có thể được thực hiện với khối lượng lớn bằng trang bị hiện đại, các xilô được trang bị tốt hoặc các thiết bị bảo quản hạt để rời khác. Các vấn đề này phát sinh ra các dạng bảo quản, điều kiện, vị trí và thời gian bảo quản mong muốn khác nhau.

4.2 Yếu tố môi trường, kinh tế và xã hội

Các vấn đề đặc thù để lưu giữ hạt là khác nhau giữa các quốc gia. Các thay đổi này phụ thuộc vào các yếu tố được liệt kê trong 4.2.1 đến 4.2.3.

4.2.1 Điều kiện khí hậu

Thực tế các điều kiện khí hậu là một trong các yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến chất lượng hạt tính từ khi hạt được phát triển trên đồng ruộng đến khi trở thành thức ăn cho người hoặc động vật.

Các vùng địa lý có thể được chia ra như sau:

- khí hậu nhiệt đới nóng và ẩm làm hư hỏng hạt rất nhanh;
- khí hậu nóng và khô, nơi mà hạt ngũ cốc được làm khô tự nhiên khi thu hoạch, do đó vấn đề bảo quản hạt đơn giản hơn (ví dụ: Nam Mỹ và Trung đông), tuy nhiên, ở các vùng này hạt có thể vẫn giữ nóng trong một thời gian dài sau khi thu hoạch, điều này làm tăng khả năng bị hư hỏng do côn trùng;
- khí hậu ôn đới, một phần sản phẩm sau thu hoạch có thể bị ẩm (ví dụ: Châu Âu);
- vùng lạnh luôn gặp các vấn đề đặc biệt như hạt ngũ cốc có thể phải nằm dưới tuyết một thời gian.

Thông thường là một số nước đang phát triển ít có khí hậu thuận lợi, do đó gặp khó khăn trong việc bảo quản hạt khỏi bị hư hỏng.

4.2.2 Các hoạt động xuất/nhập khẩu của quốc gia

Tất cả các nước sản xuất ngũ cốc đều gặp phải các vấn đề bảo quản ngũ cốc ở quy mô trang trại. Các nước vừa xuất khẩu vừa nhập khẩu ngũ cốc đều gặp các vấn đề khác nữa. Cụ thể là các nước xuất khẩu phải dùng các kho bảo quản có thể phân phối ngũ cốc phù hợp với các tiêu chuẩn nghiêm ngặt do các cơ quan có thẩm quyền tại nước xuất khẩu và nhập khẩu quy định (đặc biệt các quy định có liên quan đến vi sinh vật và côn trùng). Tuy nhiên, ở nhiều nước xuất khẩu điều quan trọng là mọi trang thiết bị được sử dụng phải có giá thành thấp.

4.2.3 Phát triển quản lý kỹ thuật

Một số nước đang phát triển không được thông báo rõ về các vấn đề và thường trang bị yếu về quản lý kỹ thuật. Mặt khác, sự phát triển của kỹ thuật thu hoạch hiện đại (dùng máy gặt đập liên hợp) thay đổi đáng kể bản chất đặc thù của giai đoạn bảo quản ban đầu (4.1.1) do khả năng hút ẩm của hạt ẩm.

Sắp xếp hệ thống bảo quản là rất quan trọng vì sự khác nhau về kích cỡ trong kho bảo quản; có thể phải bảo quản một lượng lớn hạt và gặp phải các vấn đề về hậu cần.

Ở thời điểm hiện tại, các dạng hệ thống bảo quản khác nhau tiên tiến hoặc không tiên tiến (để rời hoặc bao gói) tồn tại song song trên thế giới và thường trong cùng một quốc gia.

Tốt nhất là khi nhập kho bảo quản nên tách riêng các lô hạt theo độ ẩm để tránh bị lẫn hạt ẩm và hạt khô.

4.3 Yếu tố chất lượng

Bất cứ lúc nào thì hạt ngũ cốc ở trạng thái tốt cũng phải được đánh giá liên quan đến mục đích sử dụng cuối cùng của ngũ cốc: nghĩa là ngũ cốc dùng làm thực phẩm hay làm thức ăn chăn nuôi, ở trạng thái tự nhiên hoặc sau khi chế biến hoặc dùng trong công nghiệp không phải với mục đích làm thực phẩm.

Các yếu tố chất lượng thường phải tuân theo các quy định, của từng quốc gia để xác định các tiêu chí chất lượng, ví dụ: chất lượng hạt và lượng tạp chất cho phép (các loại hạt khác, chất thải của côn trùng hoặc loài gặm nhấm, dư lượng thuốc bảo vệ thực vật hoặc độc tố).

Các tiêu chuẩn chất lượng bắt buộc do các quốc gia nhập khẩu quy định có ảnh hưởng đến các vấn đề bảo quản đối với các quốc gia xuất khẩu. Các quốc gia có các phương pháp bảo quản kém có thể gặp khó khăn trong việc đáp ứng các tiêu chí này.

Như vậy, mặc dù mỗi quốc gia có các vấn đề riêng của mình, nhưng trong thương mại quốc tế có rất nhiều sự chông chéo và nhiều vấn đề về định mức kỹ thuật và khoa học tương tự, có thể tạo thành các hướng dẫn để đảm bảo an toàn cho kho bảo quản ngũ cốc.

5 Đặc tính riêng của ngũ cốc khi bảo quản

5.1 Hạt ngũ cốc như một sinh vật sống

Hạt ngũ cốc là hạt đang sống, trong đó tốc độ hoạt động trao đổi chất của phôi và lớp aleuron bị giảm, tốc độ đó có thể tăng rất nhanh khi ở môi trường thích hợp. Tế bào nội nhũ gồm có các hợp chất cần thiết (cacbohydrat, protein và các lượng nhỏ lipit) cung cấp năng lượng cho quá trình trao đổi chất.

Hoạt động trao đổi chất của hạt có hai dạng chủ yếu, được nêu trong 5.1.1 và 5.1.2.

5.1.1 Sự hô hấp ảnh hưởng chủ yếu đến cacbohydrat và lipit, xuất hiện trong các điều kiện hiếu khí nếu độ ẩm và nhiệt độ của hạt đủ cao; quá trình hô hấp tạo ra cacbon dioxit, hơi nước và một lượng nhiệt đáng kể (2830 kJ/mol glucoza đã oxy hoá).

Trong các điều kiện yếm khí xuất hiện quá trình chuyển hoá lên men, tạo nhiệt ít (92 kJ/mol glucoza). Hạt lên men có mùi cồn chua ngọt điển hình và chịu một số biến đổi khác làm cho sản phẩm không còn thích hợp để làm thực phẩm, mặc dù có thể thích hợp để làm thức ăn chăn nuôi.

Hiện tượng oxi hoá thường xuất hiện trong hạt bảo quản, nhưng chỉ xảy ra ở tốc độ thấp, nếu hạt khô cần chú ý không để xuất hiện tốc độ oxy hoá nhanh vì hạt sẽ không phù hợp để bảo quản tiếp theo.

5.1.2 Sự nảy mầm của hạt là kết quả của các hoạt động trao đổi chất khi có mặt oxy ở điều kiện độ ẩm và nhiệt độ thích hợp nhất, sẽ xảy ra trong một số giai đoạn liên tiếp: sự hô hấp, hoạt động của enzym, hoạt động nhân đôi của tế bào, tế bào phát triển và tiếp theo là sự phát triển của cây non; chỉ ở giai đoạn cuối cùng là có thể quan sát được.

Sự nảy mầm, ngay cả ở các giai đoạn đầu, là sự thay đổi mạnh nhất trong hạt đã bảo quản hoặc sẽ được bảo quản. Nảy mầm thường xuất hiện vào mùa ẩm ướt, khi cây trồng chưa thu hoạch. Có hai yếu tố quan trọng:

- sự thay đổi hoá học của các chất dự trữ;
- tăng các hoạt động của enzym: lúa mì có hàm lượng α -amylaza cao, được thu hoạch ở Bắc Âu vào mùa ẩm ướt là một ví dụ điển hình.

Ngũ cốc nảy mầm thường không được dùng làm thực phẩm.

Nhìn chung, khả năng nảy mầm xác định được khả năng sống của hạt, cần được bảo quản nếu hạt được dùng để ủ mạch nha hoặc làm hạt giống.

5.2 Hệ vi sinh vật

Hạt là một ký chủ bền vững với một hệ vi sinh vật lớn; hầu hết các vi sinh vật này có phân bố rộng và không có hại nhưng đôi khi tạo ra các sản phẩm phụ có hại. Hệ vi sinh vật có mặt trong hạt vừa được thu hoạch bao gồm nhiều loại vi khuẩn, nấm men và nấm mốc.

Trong khi hạt chín và độ ẩm giảm thì số lượng vi sinh vật mà chủ yếu là vi khuẩn sẽ giảm. Khi hạt được thu hoạch thì các vi sinh vật bảo quản xâm nhập và hệ vi sinh vật trên đồng ruộng dần dần mất đi. Nếu độ ẩm thấp hơn 14 % khối lượng thì hệ vi sinh vật sẽ không sinh sôi, khi độ ẩm lớn hơn 14 % thì hệ vi sinh sẽ tăng nhanh. Tuy nhiên, giới hạn về độ ẩm phụ thuộc nhiệt độ (xem 7.3).

Do đó, ở thời điểm thu hoạch, thành phần chất lượng và số lượng của hệ vi sinh vật phụ thuộc nhiều vào các yếu tố sinh thái học hơn là các loài ngũ cốc.

Trong quá trình vận chuyển và bảo quản, xuất hiện thêm quần thể hệ vi sinh vật.

5.3 Hạt cỏ và các tạp chất lạ khác

Hạt thương mại dạng rời, chưa được sàng lọc hoặc phân loại, có chứa các hạt khác; hạt cỏ, vỏ trấu, rơm, đá, cát ..v.v. Các nguyên liệu thực vật có thể có các đặc tính vật lý và sinh học khác với thành phần chính và có thể ảnh hưởng đến bảo quản.

5.4 Đặc tính vật lý ảnh hưởng chính đến bảo quản

Đặc tính vật lý có ảnh hưởng chính đến bảo quản là các điều kiện về độ ẩm và nhiệt độ của hạt.

5.4.1 Hạt để rời, ngoài độ ẩm của chính bản thân hạt còn có một lượng không khí bao quanh khối hạt; ví dụ: trong khối hạt lúa mì lượng không khí khoảng 40 % tổng thể tích khối hạt.

Đặc tính của khối hạt rời là hạt có thể đổ vào bể chứa hoặc cho chảy vào ống dẫn có khả năng làm khô hoặc làm lạnh bằng cách thổi (hoặc hút) không khí khô qua khối hạt.

5.4.2 Do tính dẫn nhiệt của hạt rất thấp [0,125 W/(m.K) đến 0,167 W/(m.K)], mà nhiệt được tạo ra từ việc trao đổi chất, khi không thông khí làm tăng nhiệt cục bộ, đặc biệt là nhiệt dung riêng tương đối thấp [khoảng 1,88 kJ/(kg.K) đối với hạt lúa mì có độ ẩm 15 %]; tuy nhiên, nó tăng theo độ ẩm của hạt. Ngoài khả năng trao đổi chất vốn có, nhiệt có thể được tạo ra do hoạt động của vi sinh vật và côn trùng.

5.4.3 Hạt có tính hút ẩm và hấp thụ ẩm để duy trì sự cân bằng với độ ẩm của không khí xung quanh. Mỗi quan hệ được biểu thị theo đường xích ma, thường là tuyến tính ở dải độ ẩm tương đối từ 20 % đến 80 %. Có một số sai lệch trong mối quan hệ giữa độ ẩm của hạt (thường biểu thị bằng phần trăm khối lượng ẩm) và độ ẩm của không khí (thường biểu thị bằng phần trăm độ ẩm tương đối) với nhiệt độ. Với độ ẩm tương đối ổn định, khi nhiệt độ tăng thì độ ẩm sẽ giảm. Cũng có một số sai lệch giữa hạt tăng độ ẩm và hạt giảm độ ẩm, nghĩa là có hiện tượng trễ trong mối quan hệ giữa độ ẩm hạt và độ ẩm tương đối của không khí giữa các hạt. Ví dụ về các đẳng nhiệt hấp thụ-phản hấp được nêu trong Phụ lục A.

Sự thay đổi tuần hoàn độ ẩm tương đối của không khí chỉ ảnh hưởng đến lớp bề mặt của khối hạt, độ ẩm tương đối của không khí trong khe hở giữa các hạt dưới bề mặt khối hạt được khống chế bởi độ ẩm

và nhiệt độ ban đầu. Gradient cân bằng giữa độ ẩm tương đối và độ ẩm có thể được thiết lập bởi sự chênh lệch ổn định về nhiệt độ giữa bề mặt và bên trong khối hạt rời được tạo ra bởi sự thay đổi nhiệt độ bên ngoài hoặc nhiệt độ bên trong khối hạt. Độ ẩm làm giảm gradient nhiệt độ và áp suất hơi đến phần lạnh nhất của hạt và làm tăng độ ẩm ở đó.

5.4.4 Thuật ngữ khô, ẩm và an toàn có thể áp dụng được đối với hạt bảo quản.

"Khô" hoặc "an toàn" cho thấy hạt có độ ẩm đã tính đến dải nhiệt độ có thể xảy ra trong quá trình vận chuyển và bảo quản mà không có nguy cơ của hoạt động trao đổi chất đáng kể của hạt, cũng như không bị nấm mốc và các vi sinh vật khác tấn công.

"Ẩm" là hạt có độ ẩm trên mức an toàn. Dải độ ẩm an toàn khác nhau theo vụ mùa và phụ thuộc vào nhiệt độ (bao gồm các biện pháp nhân tạo làm giảm nhiệt độ) và thời gian bảo quản. Theo nguyên tắc chung thì độ ẩm an toàn là độ ẩm không vượt quá 65 % độ ẩm tương đối ở trạng thái cân bằng.

5.5 Bảo quản chất lượng hạt

Điều cơ bản là phải duy trì đặc tính thiết yếu nhất định của hạt được sử dụng làm thực phẩm hoặc làm thức ăn chăn nuôi hoặc để làm mạch nha hoặc để làm giống:

- mức hoạt tính nhất định của enzym, đặc biệt là enzym α -amylaza, trong trường hợp ngũ cốc được dùng làm bánh mì.
- đặc tính tự nhiên của các protein là khác nhau, vì nó xác định đặc tính lưu biến của khối bột nhào.
- năng lực nảy mầm và cường độ nảy mầm, cần được giữ ở mức rất cao đối với hạt giống và để làm mạch nha.

Không sử dụng xử lý nhiệt cao như thanh trùng có thể làm biến tính protein và hạn chế sử dụng hệ thống sấy ở nhiệt độ cao.

Để làm thức ăn (cho người hoặc động vật) điều cơ bản là duy trì giá trị thực phẩm của lương thực (hương vị, các yếu tố dinh dưỡng, hiệu quả dinh dưỡng) ở mức cao nhất có thể. Cũng phải đảm bảo an toàn vệ sinh cho sản phẩm về độc tố và dư lượng thuốc bảo vệ thực vật.

6 Biến đổi làm hư hỏng xuất hiện trong hạt

Nguyên nhân của sự biến đổi xuất hiện trong bảo quản có thể chia làm hai loại:

- nguyên nhân trực tiếp của các biến đổi làm hư hỏng hạt;
- các yếu tố môi trường ảnh hưởng đến các nguyên nhân này.

6.1 Nguyên nhân biến đổi

6.1.1 Biến đổi do enzym

Biến đổi enzym tạo ra trong hạt bằng nhiều cách khác nhau. Các biến đổi như thế với protein, cacbohydrat và lipit có thể xuất hiện trong quá trình bảo quản, nhưng không đáng kể nếu hạt không quá ẩm.

Tuy nhiên, với một vài enzym, ví dụ như lipaza, có thể hoạt động trong hạt khô trong suốt một thời gian dài.

6.1.2 Biến đổi khác có nguồn gốc hoá học và sinh hoá

Do bản chất tự nhiên, các phản ứng sinh hoá và hoá học khác nhau. Nhìn chung, các phản ứng này yêu cầu nhiệt độ khá cao, thường gặp trong quá trình sấy khô hoặc như kết quả "tăng nhiệt" do hoạt động của côn trùng, nấm mốc và các vi sinh vật khác:

- phản ứng Maillard tạo ra nhiều hợp chất trung gian, mà hoạt tính sinh lý đã được ghi nhận, thậm chí nâu hoá mà không phải do enzym.
- sự hư hỏng cấu trúc dạng hạt của tinh bột, bao gồm những thay đổi quan trọng, ví dụ, như làm hỏng hạt và hình thái các dextrin tại thời điểm sấy khô.
- sự biến tính protein dẫn đến làm mất các đặc tính riêng như tính hoà tan, đặc tính lưu biến ở trạng thái hydrat hoá và các hoạt tính enzym.
- giảm lượng lyzin sẵn có
- phá huỷ các vitamin (B₁, E và carotenoid).

Một số phản ứng, đặc biệt là sự oxy hoá lipit không có mặt của enzym có thể xảy ra ở dải nhiệt độ bảo quản thông thường.

6.1.3 Nguyên nhân bên ngoài: Sinh vật sống

Sự hư hỏng có thể do các sinh vật sống gây ra, nghĩa là các loài động vật có xương sống và không xương sống và vi sinh vật.

Mặc dù các ảnh hưởng trực tiếp do các sinh vật sống tấn công là quan trọng, nhưng các ảnh hưởng gián tiếp có thể nghiêm trọng hơn nhiều, đặc biệt, việc sinh nhiệt do hoạt động của côn trùng và vi sinh vật và sự tạo ra độc tố từ vi sinh vật.

Vinh vật xâm nhập sản sinh ra cacbon dioxit và tăng ẩm nhưng cũng có thể giải phóng enzym, làm tăng đáng kể sự hư hỏng hạt. Tuy nhiên, nấm mốc và động vật chỉ hoạt động được trong điều kiện hiếu khí.

6.1.3.1 Động vật gây hại: Gặm nhấm, chim, côn trùng và nhóm động vật nhỏ

Động vật gây hại ăn thức ăn làm nhiễm bẩn và làm hỏng hạt. Sự sinh nhiệt do hoạt động của các côn trùng trong khối hạt rời làm tăng nhiệt độ mà có thể dẫn đến tích tụ ẩm và làm hư hỏng hạt do sự phát triển của vi sinh vật và thậm chí làm cho hạt nảy mầm (thường ở bề mặt của khối hạt rời hoặc lớp bao trên cùng của một lô hàng).

6.1.3.2 Vi sinh vật: Nấm mốc, nấm men và vi khuẩn

Việc thiệt hại do vi sinh vật gây ra phụ thuộc vào hoạt động của hệ vi sinh vật: tuy nhiên, thường có khó khăn trong việc tách các ảnh hưởng do vi sinh vật ra khỏi các thay đổi vốn có trong bản thân hạt, cả hai ảnh hưởng này đều do các yếu tố bên ngoài giống nhau gây ra.

Các ảnh hưởng cơ bản của việc tấn công do vi sinh vật là phá huỷ hạt, sinh nhiệt, ảnh hưởng thứ cấp và tạo ra độc tố và ức chế hoặc làm mất khả năng sống của hạt. Với một số loài sinh vật nhất định cũng có thể sinh ra các chất gây dị ứng cho người và động vật khi tiếp xúc với hạt bị hư hỏng.

6.1.4 Nguyên nhân bên ngoài phát sinh trước khi bảo quản

Hạt có thể bị vỡ hoặc bị trầy vỏ trong khi thu hoạch, vận chuyển và bảo quản.

Hạt được thu hoạch bằng máy gặt đập liên hợp có tỷ lệ hạt vỡ cao hơn hạt được thu hoạch bằng máy gặt thường. Tỷ lệ hạt vỡ cũng phụ thuộc vào đặc tính của giống.

Tất cả hạt có nhân vỡ, bị nứt bên trong, thường dễ bị nấm mốc và các vi sinh vật khác và nhiều loài côn trùng, nhóm động vật nhỏ tấn công hơn những hạt có nhân lành lặn.

Hạt vỡ là không thích hợp vì dễ xuất hiện các biến đổi enzym và hoá học.

Hạt gạo, lúa mạch, yến mạch đã loại bỏ lớp vỏ trấu bị mất lớp bảo vệ nên rất dễ bị côn trùng tấn công, trường hợp yến mạch dễ bị ôi và dễ bị hư hỏng do nhiệt trong quá trình sấy.

Hạt của các loại ngũ cốc khác, hạt cỏ và các loại hạt khác có nguồn gốc thực vật có thể dễ bị tấn công hơn hạt nguyên vẹn.

6.2 Yếu tố môi trường ảnh hưởng đến nguyên nhân biến đổi

Các yếu tố môi trường như: nhiệt độ, độ ẩm tương đối và các thành phần không khí chi phối các biến đổi hoá học và sinh học trong quá trình bảo quản; tác động của chúng bị ảnh hưởng bởi thời gian và bản chất của bảo quản. Các vấn đề bảo quản và vận chuyển được nêu trong TCVN 7857-2 (ISO 6322-2).

6.2.1 Yếu tố thực tế

6.2.1.1 Thời gian

Cần phải biết trước tốc độ phản ứng và phát triển của các yếu tố khác nhau làm hỏng hạt để xác định chắc chắn giai đoạn bảo quản an toàn, có tính đến các lý do thực tế khác nhau.

Việc đánh giá các yếu tố liên quan đến nhiệt độ và độ ẩm, cần nhấn mạnh rằng do các đặc tính vật lý của khối hạt rời mà các thay đổi về nhiệt độ và độ ẩm thường xảy ra chậm. Sự nhiễm côn trùng và hệ vi sinh vật có thể làm tăng rất nhanh do tăng nhiệt độ và độ ẩm. Điều quan trọng là đo được các điều kiện thực tế trong khối hạt để rời.

6.2.1.2 Nhiệt độ

Nhiệt độ ảnh hưởng đến tất cả các hoạt động hoá học và sinh học theo cấp số nhân. Điều đó giải thích tầm quan trọng của yếu tố này. Tuy nhiên, hoạt động sinh học đặc biệt của côn trùng, nhóm động vật nhỏ và vi sinh vật bị hạn chế trong dải nhiệt độ quy định. Như vậy, sự nóng lên do hoạt động của côn trùng ít gây ra nhiệt độ tăng cao quá 40 °C hoặc do vi sinh vật thì nhiệt độ ít khi cao quá 65 °C. Các phản ứng oxi hoá có thể làm tăng nhiệt độ đến điểm cháy đối với một số hàng hoá nhưng không có bằng chứng cho thấy rằng ngũ cốc là đối tượng tự bốc cháy.

6.2.1.3 Độ ẩm tương đối

Độ ẩm tương đối có thể là yếu tố quan trọng nhất được quan tâm. Độ ẩm tương đối cực trị (cả thấp và cao) có thể gây ra sự hư hỏng hạt ở nhiệt độ xác định. Độ ẩm tương đối chính xác mà ở đó sự hư hỏng xuất hiện sẽ phụ thuộc vào nhiệt độ.

6.2.1.4 Thành phần không khí

Tỷ lệ tương đối của oxy và cacbon dioxit trong không khí giữa các hạt ảnh hưởng đến bản chất của sự trao đổi chất của các vi sinh vật và động vật gây hại và các tế bào sống của hạt. Chúng cũng ảnh hưởng đến mức độ phản ứng oxi hoá không enzym và phản ứng enzym cụ thể.

6.2.2 Tác động phối hợp của các yếu tố môi trường đến các nguyên nhân của sự thay đổi

Mặc dù dễ dàng phân biệt giữa chúng về lý thuyết nhưng thực tế các yếu tố khác nhau này có sự phụ thuộc lẫn nhau, tác động liên kết chặt chẽ khi nghiên cứu tổng hợp nó. Sự nghiên cứu nêu trong 6.2.2.1 đến 6.2.2.8 của một số ví dụ liên quan đến tác động phối hợp của các yếu tố như vậy như là nguyên nhân của sự biến đổi.

6.2.2.1 Động vật có xương sống

Các loài chim và gặm nhấm có thể tồn tại và sinh sôi trong ngũ cốc được bảo quản dưới các điều kiện hiếu khí thuận lợi. Độ ẩm của hạt không phải là yếu tố quan trọng.

6.2.2.2 Động vật không xương sống

Hầu hết vật gây hại trong hạt bảo quản không thể hoàn thành chu trình sống của nó ở nhiệt độ thấp hơn 10°C hay cao hơn 35°C , đối với hầu hết vật gây hại nghiêm trọng nhiệt độ tối thiểu khoảng 15°C , để phát triển là dưới 20°C . Độ ẩm của hạt nhỏ hơn 9% nhìn chung được bảo vệ khỏi sự xâm nhập ngoại trừ loài *Trogoderma granarium* Everts (nhóm động vật nhỏ đốt cứng) và loài *Tribolium castaneum* Herbst (nhóm động vật nhỏ gây hại bột mì và gây bệnh rỉ sắt) chúng sinh sản ở độ ẩm dưới 3% đến 5% . Đối với mỗi loài côn trùng và nhóm động vật nhỏ có dải nhiệt độ và độ ẩm tương đối cụ thể (độ ẩm của hạt) mà chúng thích hợp nhất, ví dụ loài *Acarus siro* L. (nhóm động vật nhỏ gây hại bột mì) sinh sản ở nhiệt độ dưới 3°C nhưng cần độ ẩm tương đối giữa các hạt lớn hơn 65% (tương đương 14% độ ẩm trong lúa mì).

Đối tượng xâm nhập của vật gây hại có xương sống và không có xương sống được nêu trong TCVN 7857-2:2008 (ISO 6322-3:2000).

6.2.2.3 Vi sinh vật: điều kiện hiếu khí

Các vi sinh vật đặc biệt là nấm mốc nhìn chung không thể phát triển dưới 65% độ ẩm tương đối¹⁾ tương ứng với lúa mì có độ ẩm khoảng 14% theo khối lượng ẩm ở 25°C . Tuy nhiên mối tương quan giữa độ ẩm/độ ẩm tương đối thay đổi theo nhiệt độ như nhiệt độ tăng thì độ ẩm tương đối cao hơn tương ứng với độ ẩm nhất định của hạt. Độ ẩm tương đối cao hơn 65% thì nấm mốc tiếp tục phát triển, thậm chí ở nhiệt độ thấp hơn, điều này là vấn đề đặc biệt với ngô ẩm.

Côn trùng và nấm mốc phát triển nhanh hơn khi nhiệt độ tăng và độ ẩm của hạt và độ ẩm tương đối của không khí xung quanh tăng lên. Chúng có thể làm nóng hạt tới khoảng 65°C . Sự nối tiếp của các loài vi sinh vật khác nhau liên quan đến quá trình này.

Từ khi tất cả hạt xuất hiện bào tử nấm mốc thì sự an toàn bảo quản phụ thuộc vào việc ngăn ngừa hay làm chậm trễ sự sinh sản và phát triển của chúng.

Khi cần bảo quản lâu hơn thời gian dự định thì tại thời điểm đưa hạt vào kho hay bắt đầu vận chuyển, độ ẩm của bất cứ phần nào trong lô hàng cũng không được lớn hơn 65% độ ẩm tương đối ở nhiệt độ của hạt.

Tuy nhiên hạt có thể ở độ ẩm cao hơn nếu nhiệt độ giảm đi bằng thông khí với không khí bên ngoài hay làm lạnh đến mức nấm mốc không phát triển để có mức bình thường của bảo quản hay vận chuyển.

6.2.2.4 Vi sinh vật: bảo quản kín khí

Theo quy luật chung tổng số mật độ vi khuẩn giảm đi trong thời gian bảo quản trừ khi hạt rất ẩm, sự giảm như vậy có trước bởi sự tăng lên số lượng vi khuẩn chủ yếu là vi khuẩn lactic bacilli.

¹⁾ Các nấm mốc quan trọng, ví dụ một số loài của *Aspergillus* có khả năng phát triển ở độ ẩm tương đối thấp hơn.

Bảo quản kín khí ngăn ngừa sự sinh trưởng của nấm mốc trong hạt có độ ẩm cao nhưng một số nấm men có khả năng phát triển. Sự thay đổi chất lượng ở độ ẩm trên 18 % theo khối lượng ẩm làm cho hạt không thích hợp để dùng cho người.

Thông thường hoạt động của vi sinh vật gây ra môi trường thiếu oxy. Môi trường này cũng có thể được tăng lên bằng nhân tạo, ví dụ bằng cách tạo chân không hay bổ sung dioxit cacbon hoặc nitơ.

6.2.2.5 Phản ứng enzym

Hầu hết các phản ứng enzym trong hạt cần nước ở pha lỏng làm hạt nảy mầm.

Một số phản ứng enzym nhất định có thể xảy ra trong khi làm khô hạt, bản chất của nó phụ thuộc vào nhiệt độ tối đa đạt được trong quá trình này và thời gian của nó.

6.2.2.6 Sự biến tính của protein

Ở nhiệt độ tới hạn xuất hiện sự biến tính trong thời gian làm khô bằng không khí nóng phụ thuộc vào độ ẩm của hạt, thời gian làm khô và nhiệt độ của không khí nóng được sử dụng.

6.2.2.7 Phản ứng Maillard (xem 6.1.2)

Nhìn chung, phản ứng Maillard yêu cầu nhiệt độ khá cao nhưng cũng có thể xảy ra ở nhiệt độ cao hơn 20 °C trong thời gian bảo quản kéo dài. Các phản ứng bị ức chế bởi độ ẩm cao và thấp trong hạt, nhưng chúng tiếp tục xảy ra nhanh hơn trong điều kiện độ ẩm thấp, tốc độ của phản ứng sẽ tối ưu ở độ ẩm tương đối khoảng từ 60 % đến 70 %.

6.2.2.8 Sự oxy hoá không enzym

Các phản ứng oxy hoá bị hạn chế bởi độ ẩm xảy ra chủ yếu ở độ ẩm tương đối nhỏ hơn 20 %.

7 Phép thử dùng để đánh giá tình trạng của hạt

Vì có thể thay đổi nhiều, nên điều quan trọng là chuẩn bị các phép thử để phát hiện và đánh giá điều kiện vệ sinh của chuyển hàng. Điều này có thể dự đoán các giai đoạn bảo quản thích hợp nhằm giữ được giá trị công nghệ và dinh dưỡng của hạt.

7.1 Định nghĩa sự phù hợp cho bảo quản

Điều kiện chung của lô hàng hạt có hai vấn đề chính:

7.1.1 Tình trạng hiện tại

Tình trạng này là do các thay đổi đã xảy ra. Nó thể hiện giá trị sử dụng tức thời của hạt cho mục đích đã nêu.

7.1.2 Tình trạng dự đoán

Điều này thể hiện khả năng rủi ro đối với chuyển hàng, thời gian bảo quản và dự đoán tương lai sử dụng. Điều đó phụ thuộc vào điều kiện hiện tại của hạt và nguy cơ rủi ro của những thay đổi tiếp theo.

7.2 Tiêu chí chấp nhận

Tiêu chí chấp nhận cùng với quy trình phân tích tương ứng có thể phân loại như trong 7.2.1 đến 7.2.3.6.

7.2.1 Phép thử liên quan trực tiếp đến mục đích sử dụng công nghiệp hoặc dinh dưỡng hoặc để sản xuất mạch nha hoặc để làm giống

Các phép thử này được chỉ định để xác lập xem hạt có thích hợp cho mục đích sử dụng hay không. Chúng có thể đưa ra các thông tin về thời gian tối đa cho việc lưu giữ hạt.

7.2.2 Phép thử liên quan gián tiếp đến mục đích sử dụng

Các phép thử này làm sáng tỏ các điều kiện chung của hạt bằng cách hợp nhất các tác động của nhiều nguyên nhân thay đổi, trong phạm trù này có thể phân loại thành các phương pháp dưới đây:

7.2.2.1 Phương pháp đánh giá khả năng sống của hạt

Các phương pháp này bao gồm việc đo phần trăm hạt nảy mầm và khả năng nảy mầm của hạt.

7.2.2.2 Phương pháp đánh giá tổng số nấm mốc hoặc hệ vi khuẩn

Hiện tại dùng phương pháp nhanh để đánh giá tổng số vi khuẩn nhiễm bẩn.

7.2.3 Phép thử chứng minh một phần ảnh hưởng của sự thay đổi

Có thể kể đến các phép thử dưới đây:

7.2.3.1 Xác định độ ẩm

Yếu tố trực tiếp quan trọng nhất chỉ rõ tiềm năng cho bảo quản hay sử dụng trực tiếp là độ ẩm. Việc xác định nhanh và chính xác độ ẩm trong mỗi lô hàng là cần thiết.

7.2.3.2 Phương pháp kiểm tra vi sinh vật

Việc đếm và nhận dạng các loài vi sinh vật phổ biến trong hạt và xác định độc tố vi nấm là các phép thử rất quan trọng, xác định sự phù hợp của hạt để dùng cho người và động vật.

7.2.3.3 Phép đo hoạt tính enzym có thể chiết được của hạt

Ví dụ: hoạt tính của axit glutamic decarboxylaza và ribonucleaza.

7.2.3.4 Đo các kết quả của hoạt động enzym trong hạt

Bao gồm, ví dụ:

- sự có mặt của axit béo;
- sự suy giảm của lipit dạng phức chất;
- sự có mặt của chất hữu cơ bay hơi;
- sự suy giảm của protein;
- sự suy giảm của cacbohydrat.

7.2.3.5 Xác định sự nhiễm bề ngoài và ẩ n náu của côn trùng và nhóm động vật nhỏ

Mật độ của côn trùng và nhóm động vật nhỏ (đặc biệt là các giai đoạn sinh nở ẩ n náu trong hạt) có thể làm cho chuyển hàng không thích hợp để sử dụng ngay và không an toàn cho bảo quản.

CHÚ THÍCH Các phương pháp xác định sự nhiễm côn trùng ẩ n náu được nêu trong TCVN 7847-3 (ISO 6639-3) và TCVN 6130:1996 (ISO 6639-4:1987). Các phương pháp này bao gồm phương pháp chuẩn bằng "sinh sản bên ngoài", sử dụng tia X, đo sự sản sinh CO₂, sử dụng phản ứng ninhydrin và tách dải.

7.2.3.6 Hư hỏng cơ học

Bao gồm việc đo các mức độ hạt đã bị hư hỏng do cơ học (hạt bị vỡ...).

7.3 Khả năng bảo quản

Để bảo quản hạt đúng cách và an toàn, điều cơ bản là cần tính thời gian tối đa có thể bảo quản, cần xem xét đến các khía cạnh sau đây:

- các điều kiện bảo quản sẵn có;
- tình trạng hiện tại của hạt;
- mục đích hạt đưa vào sử dụng và yêu cầu chất lượng.

Vì các điều kiện bảo quản dao động lớn và khó khăn đặc biệt dưới điều kiện nhiệt đới, để dự đoán phạm vi ảnh hưởng của nhiễm côn trùng, điều này khó có thể dự đoán chính xác theo quan điểm khoa học hiện có.

Tuy nhiên, vấn đề trong 6.2.2.2 và 6.2.2.3 có thể nói rằng kho hạt dự trữ (khác với kho bảo quản hạt vừa thu hoạch) không có độ ẩm vượt quá 14 % theo khối lượng ẩm duy trì trong điều kiện ổn định trong

thời gian bảo quản đến 12 tháng ở nhiệt độ trung bình 18 °C. Tuy nhiên, nếu nhiệt độ trung bình 27 °C thì cần thiết giảm độ ẩm cho phép của khối hạt đến 13 % theo khối lượng ẩm đối với thời hạn bảo quản không quá 12 tháng. Nếu nhiệt độ trung bình là 9 °C thì độ ẩm cho phép có thể tăng lên 2 % theo khối lượng ẩm đối với thời hạn bảo quản không quá 12 tháng, nhưng dưới các điều kiện này thì không cần phải kiểm soát côn trùng và nhóm động vật nhỏ.

Bề mặt của toàn bộ khối hạt (trừ bảo quản kín khí) sẽ cân bằng với môi trường xung quanh. Vì vậy, thậm chí nếu khối hạt để rời khô (độ ẩm thấp hơn 14 %), thì các lớp bề mặt ở độ sâu vài xentimet có thể vượt quá 16 % độ ẩm như ở Châu Âu và các điều kiện nhiệt đới ẩm.

8 Các phương pháp bảo quản có thể thực hiện được

Mặc dù việc sử dụng phương pháp nhất định có thể không được dự kiến vì giá quá cao nên các phương tiện sẵn có khác nhau, khá đa dạng, đòi hỏi sự kết hợp đồng thời của các kỹ thuật khác nhau.

8.1 Kỹ thuật ổn định

Bằng cách cải tiến các yếu tố môi trường kỹ thuật ổn định có thể làm giảm hoặc ức chế các nguyên nhân biến đổi. Trong số đó có một số ngăn ngừa được bất cứ sự phát triển nào của côn trùng hay vi sinh vật, mặt khác không thể ngăn ngừa hoàn toàn các biến đổi hoá học hoặc enzym.

Có thể ổn định kỹ thuật như sau:

- làm khô để giảm độ ẩm hạt đến mức vi sinh vật không thể phát triển;
- làm mát các mẻ hay chuyển hàng đến khoảng từ 5 °C đến 7 °C trước đó không làm khô; nếu độ ẩm hạt khoảng 18 % theo khối lượng ẩm thì kỹ thuật này chỉ được sử dụng để bảo quản trong thời gian tương đối ngắn vì hạt được bảo quản trong một khoảng thời gian nhất định (phụ thuộc độ ẩm hạt) thì côn trùng và nhóm động vật nhỏ có thể xâm nhập.
- thông gió bằng không khí xung quanh làm giảm nhiệt độ và độ ẩm và loại bỏ nhiệt và hơi nước sinh ra do hô hấp, dòng không khí cũng có thể làm giảm sự phát triển của nhóm động vật nhỏ và vi sinh vật này khi môi trường thông gió hoàn toàn. Tuy nhiên việc thông gió bằng không khí xung quanh không thể ngăn ngừa sự phát triển của nấm mốc và nhóm động vật nhỏ nếu độ ẩm của hạt cao.
- bảo quản kín khí không làm khô, bổ sung cacbon dioxit hoặc nitơ hoặc tạo chân không có thể làm giảm sự hô hấp hiếu khí nhưng không thể loại trừ sự lên men mà có thể ảnh hưởng đến các đặc tính của hạt. Nếu độ ẩm của hạt lớn hơn 18 % theo khối lượng ẩm, thì kỹ thuật này chỉ dùng để bảo quản trong khoảng thời gian tương đối ngắn.

e) Bảo quản kín khí hạt đã bị nhiễm, có độ ẩm không lớn hơn 14 % theo khối lượng ẩm; sự hô hấp của côn trùng là nguyên nhân làm tăng cacbon dioxit và rút hết oxi do đó chúng có thể chết. Tuy nhiên, trong thực tế việc đưa cacbon dioxit nhân tạo vào có thể cần thiết vì côn trùng không sản sinh cacbon dioxit đủ nhanh (xem 8.3.2.3).

8.2 Kỹ thuật kiểm soát hoặc ngăn ngừa côn trùng, nhóm động vật nhỏ hoặc vi sinh vật

Các phương pháp kiểm soát côn trùng và nhóm động vật nhỏ được nêu trong TCVN 7857-3 (ISO 6322-3).

Các chất hoá học ngăn ngừa sự phát triển của vi sinh vật không sử dụng trong thực tế đối với hạt được dùng làm thực phẩm, vì mối nguy vốn có trong sử dụng chúng và tính độc của hầu hết chúng ảnh hưởng đến loài động vật có vú. Tuy nhiên, với độ ẩm hạt được dùng làm thức ăn chăn nuôi thì các chất kháng khuẩn trao đổi chất như axit propionic hay các axit tương tự khác có thể được sử dụng.

Sự tiêu diệt vi sinh vật bằng nhiệt là không thể chấp nhận được vì nguy cơ làm hư hỏng protein. Cho phép dùng nhiệt để kiểm soát việc diệt trùng côn trùng và nhóm động vật nhỏ tuy nhiên cần phải cẩn thận. Có thể kéo dài thời gian bảo quản an toàn cho hạt ẩm bằng chiếu xạ gamma đã được nghiên cứu.

Không trộn các lô hạt nhiễm bẩn với các lô hạt không nhiễm.

Ở nơi mà liên quan đến lúa mì nghiền thành bột và các loại ngũ cốc khác với mục đích sử dụng cho con người thì cần phải có hình thức xử lý nào đó để tiêu diệt côn trùng và nhóm động vật nhỏ.

8.3 Sự kết hợp các biện pháp xử lý khác nhau

Theo quy luật, các hạt yêu cầu kèm theo các điều kiện bảo quản.

8.3.1 Xử lý sơ bộ

8.3.1.1 Làm sạch

Hạt phải được sàng hoặc hút để loại bỏ tất cả cọng rơm, trấu và các lá khác. Hạt ngũ cốc khác, hạt cỏ dại, hạt bụi nhỏ và các phần hạt vô cơ cũng phải được loại bỏ.

8.3.1.2 Làm khô

Hạt có thể làm khô theo mẻ hay bằng thiết bị làm khô liên tục hoặc trong *Situ* ở nơi bảo quản.

Có thể làm khô bằng cách sử dụng không khí nóng hoặc không khí lạnh có tính đến nhiệt độ và độ ẩm tương đối của không khí làm khô và của hạt cần làm khô.

Nếu dùng không khí nóng để làm khô thì cuối cùng phải làm mát, đây là phương pháp hiệu quả nhất khi hạt ở trong kho bảo quản.

8.3.2 Bảo quản

Có hai cách bảo quản chính như sau:

8.3.2.1 Bảo quản trong điều kiện không khí bình thường

Cách này bao gồm bảo quản hạt để rời và bảo quản trong bao. Toàn bộ hạt phải được kiểm tra định kỳ hoặc giám sát thường xuyên về các dấu hiệu thay đổi rõ ràng về nhiệt độ, độ ẩm và hoạt động của vật gây hại không xương sống và các vi sinh vật.

8.3.2.2 Bảo quản kín khí

Trong loại bảo quản kín, lượng cacbon dioxit sẽ tăng lên và lượng oxy sẽ giảm sút do hoạt động của côn trùng hoặc vi sinh vật cho đến khi hoạt động hô hấp ngừng lại. Hoạt động kỵ khí có thể xảy ra trong các điều kiện bảo quản độ ẩm cao.

Kỹ thuật bảo quản theo TCVN 7857-2 (ISO 6322-2).

8.3.2.3 Bảo quản với không khí được khống chế

Trong dạng bảo quản này không khí tự nhiên giữa các hạt được thay bằng cacbon dioxit hoặc nitơ nhân tạo để tạo không khí thiếu oxy để làm chết vật gây hại không xương sống.

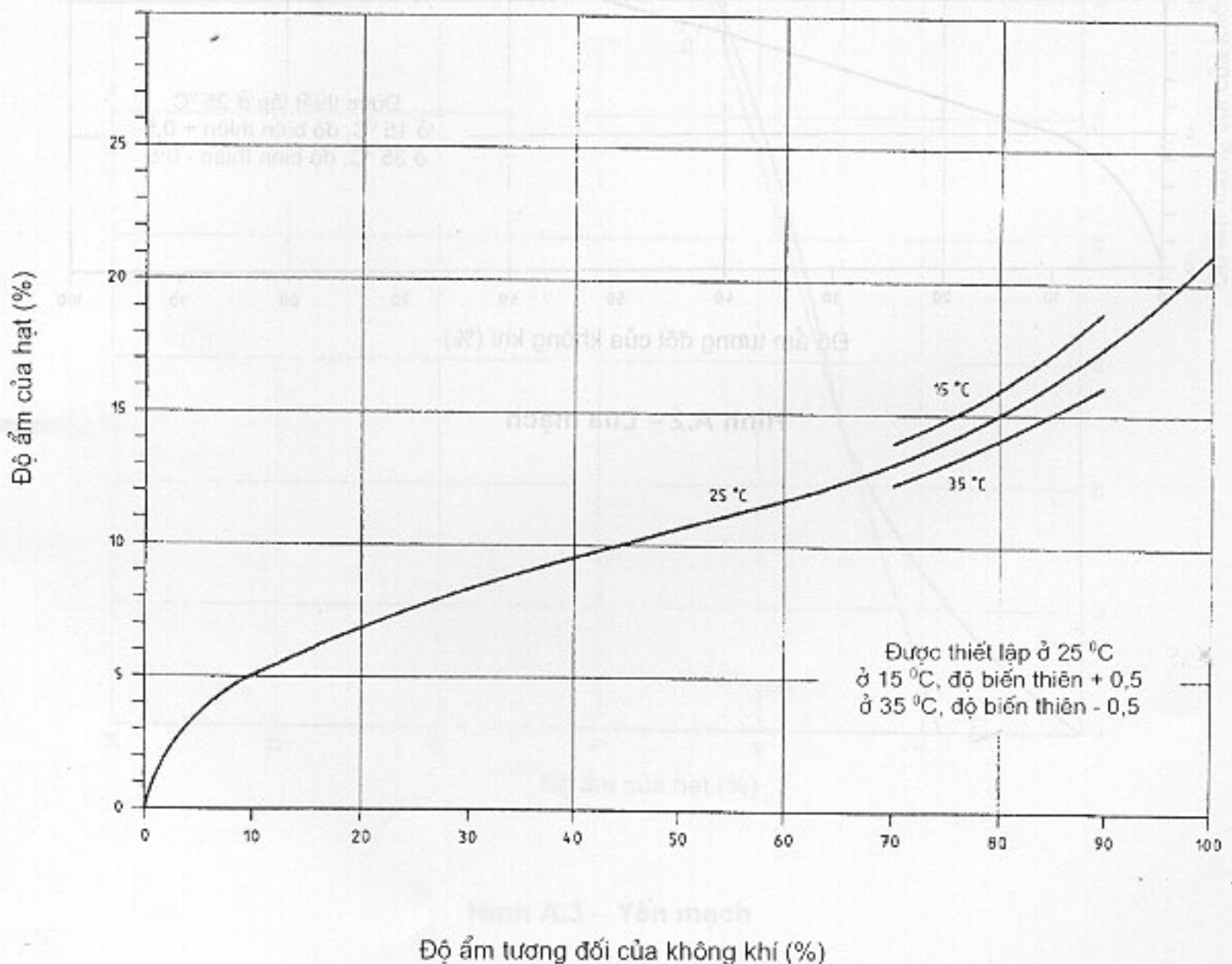
Phụ lục A

(tham khảo)

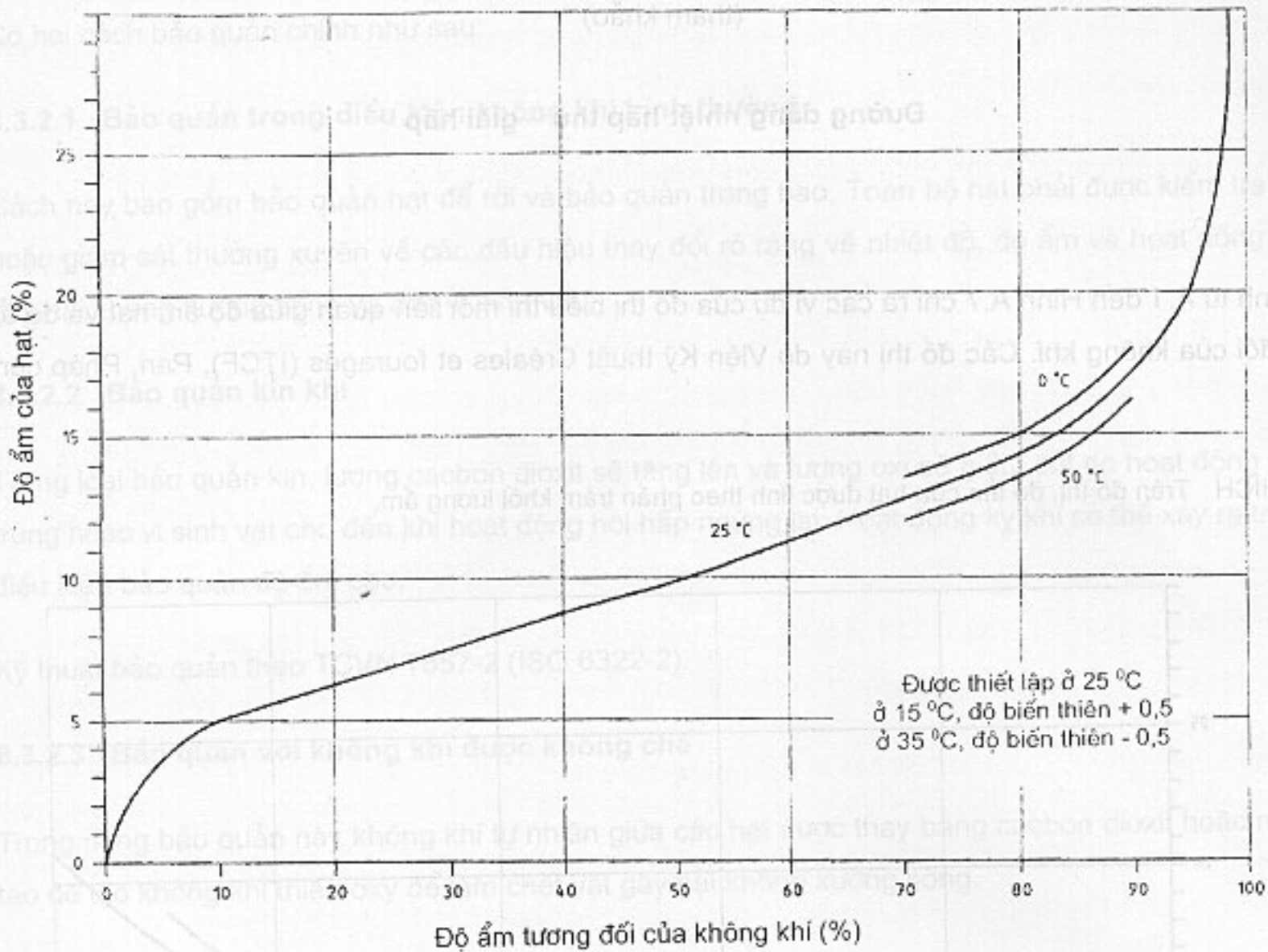
Đường đẳng nhiệt hấp thụ – giải hấp

Các Hình từ A.1 đến Hình A.7 chỉ ra các ví dụ của đồ thị biểu thị mối liên quan giữa độ ẩm hạt và độ ẩm tương đối của không khí. Các đồ thị này do Viện Kỹ thuật Créales et fourages (ITCF), Paris, Pháp cung cấp.

CHÚ THÍCH Trên đồ thị, độ ẩm của hạt được tính theo phần trăm khối lượng ẩm.

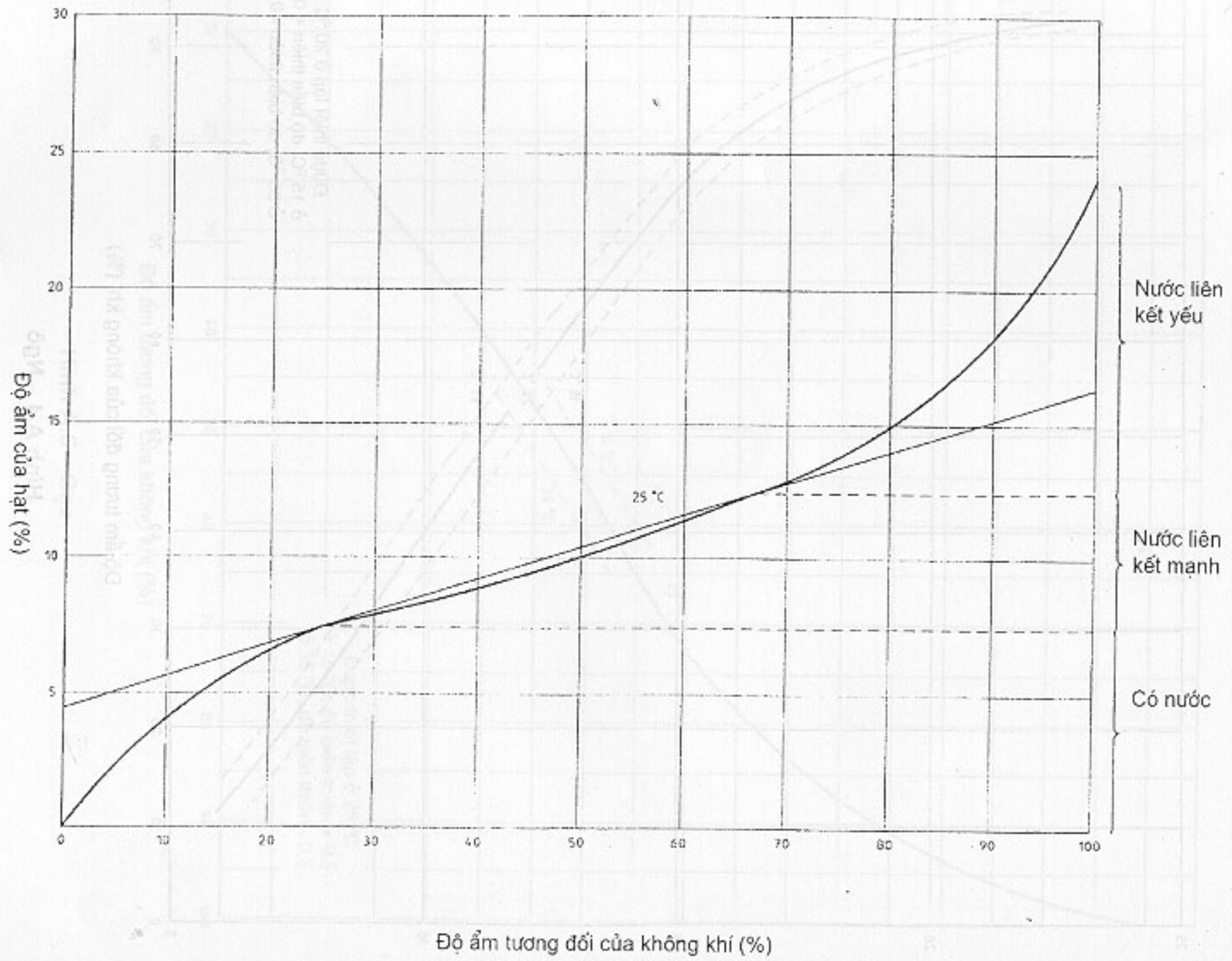


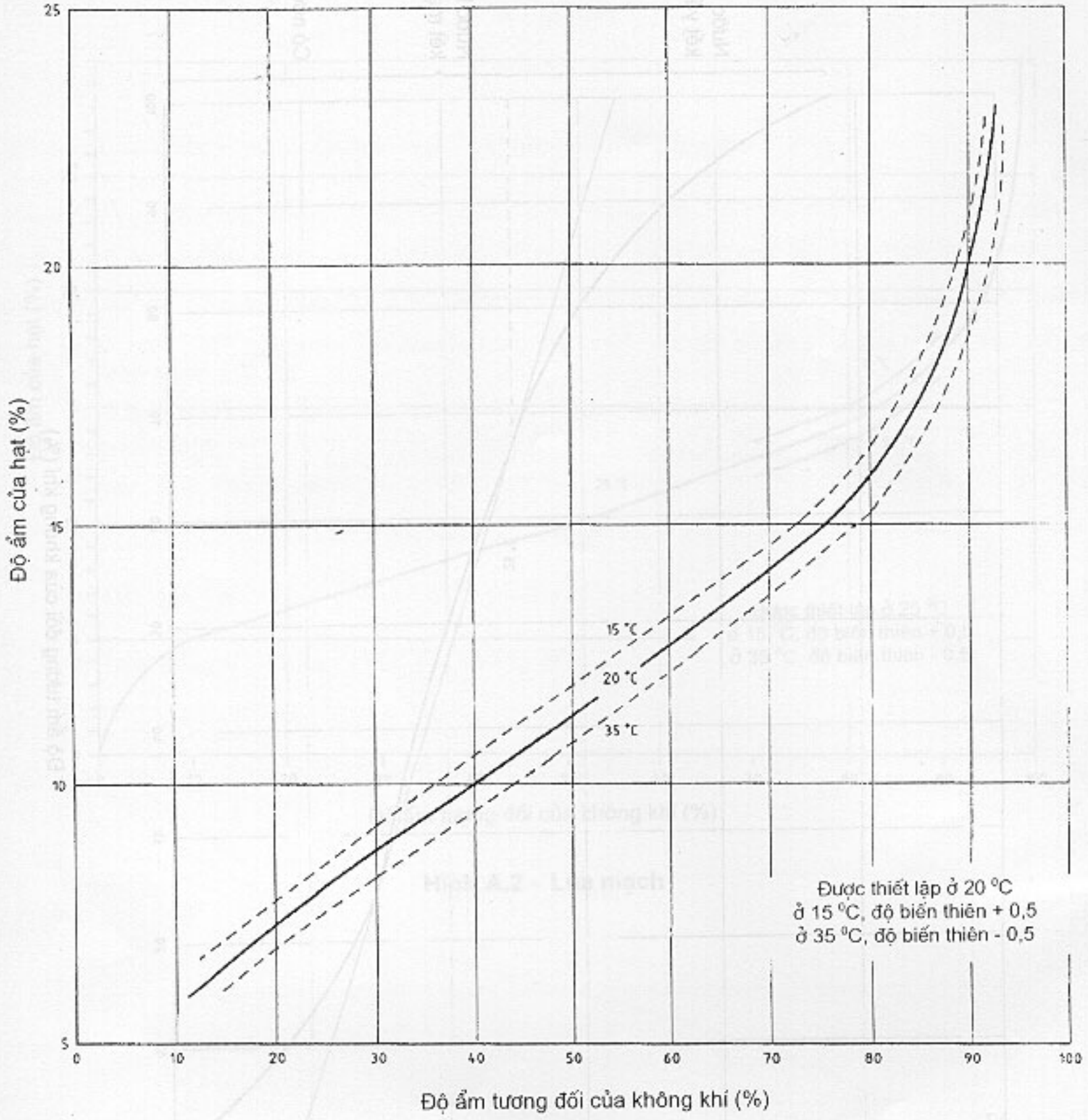
Hình A.1 – Lúa mì



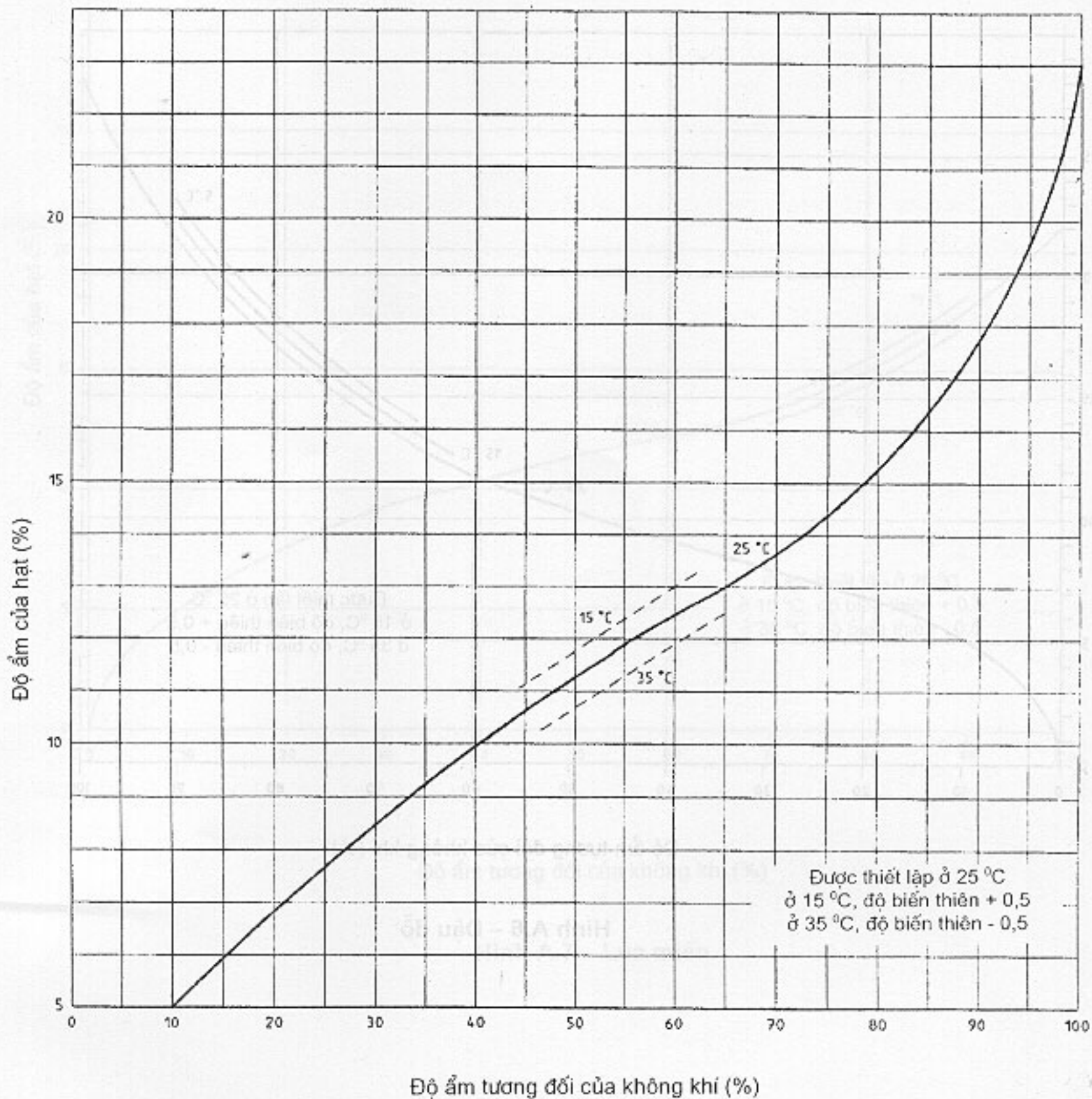
Hình A.2 – Lúa mạch

Hình A.3 – Yếu mạch



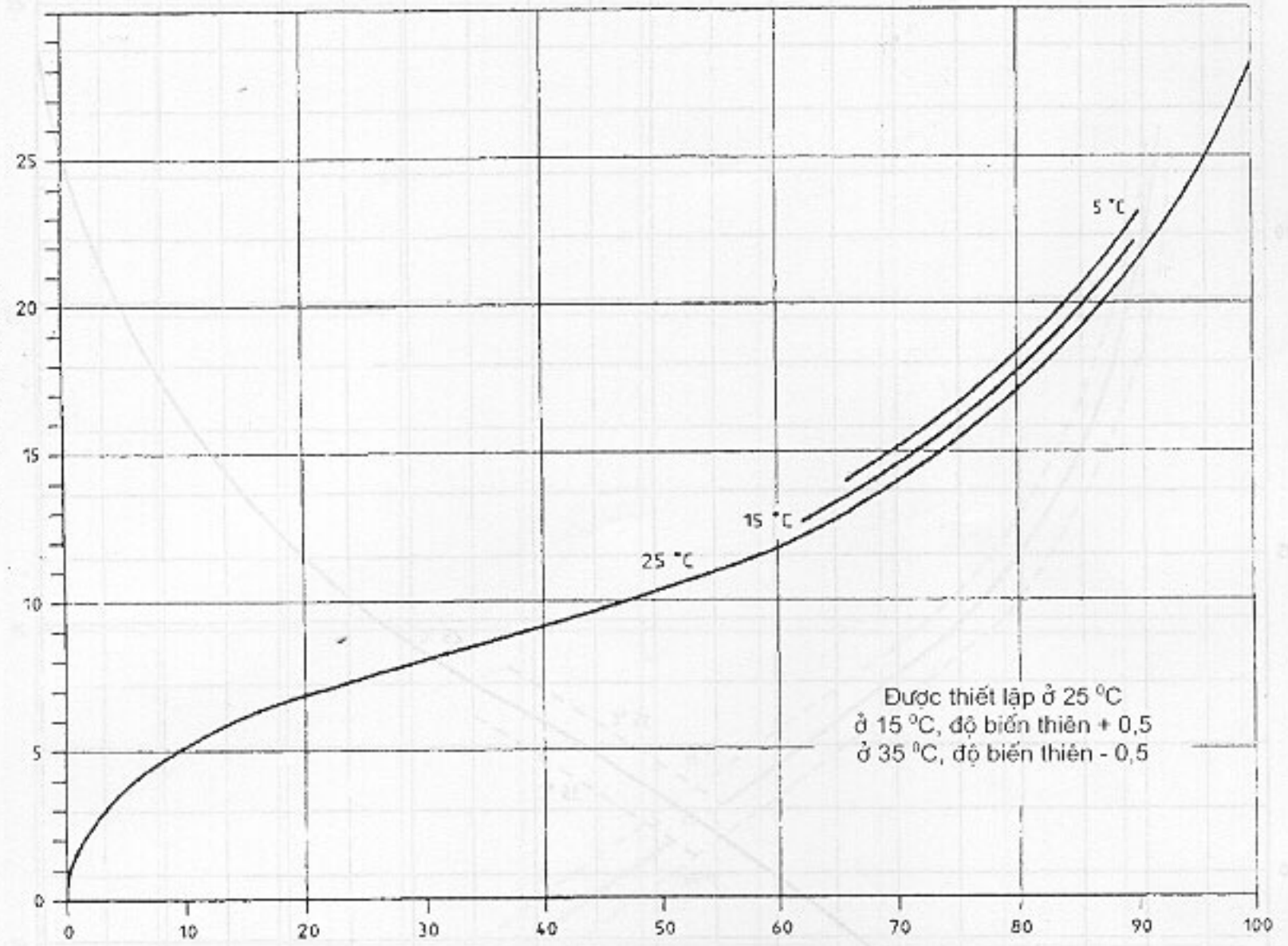


Hình A.4 – Ngô



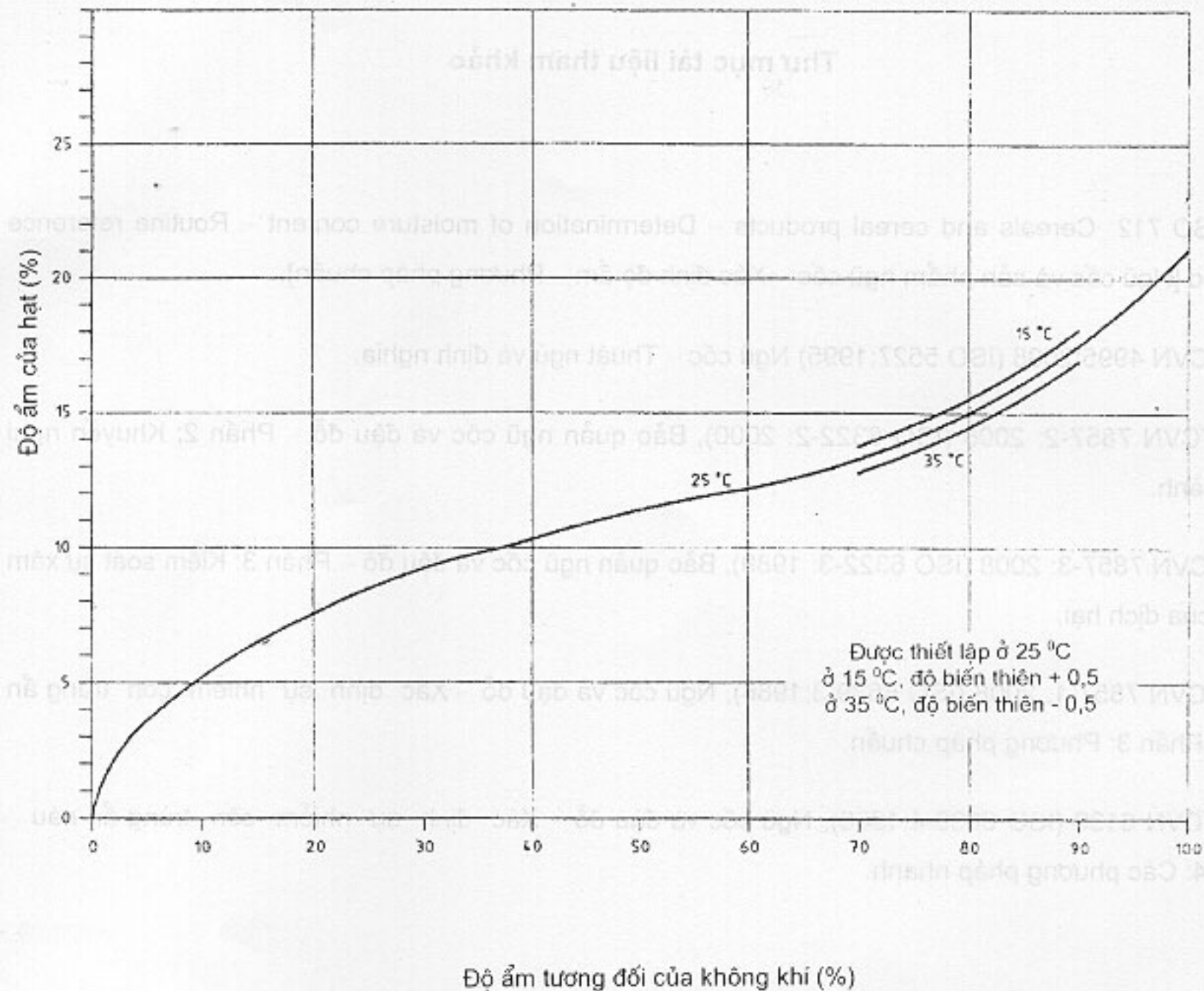
Hình A.5 – Gạo

Độ ẩm của hạt (%)



Độ ẩm tương đối của không khí (%)

Hình A.6 – Độ ẩm



Hình A.7 – Lúa miến

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ISO 712 Cereals and cereal products – Determination of moisture content – Routine reference method [Ngũ cốc và sản phẩm ngũ cốc – Xác định độ ẩm – Phương pháp chuẩn].
- [2] TCVN 4995:2008 (ISO 5527:1995) Ngũ cốc – Thuật ngữ và định nghĩa.
- [3] TCVN 7857-2: 2008 (ISO 6322-2: 2000), Bảo quản ngũ cốc và đậu đỗ – Phần 2: Khuyến nghị thực hành.
- [4] TCVN 7857-3: 2008 (ISO 6322-3: 1989), Bảo quản ngũ cốc và đậu đỗ – Phần 3: Kiểm soát sự xâm nhập của dịch hại.
- [5] TCVN 7857-1: 2008 (ISO 6639-3:1986), Ngũ cốc và đậu đỗ – Xác định sự nhiễm côn trùng ẩn náu – Phần 3: Phương pháp chuẩn.
- [6] TCVN 6130 (ISO 6639-4:1986), Ngũ cốc và đậu đỗ – Xác định sự nhiễm côn trùng ẩn náu – Phần 4: Các phương pháp nhanh.