

CHƯƠNG I: ĐỐI TƯỢNG SẤY VÀ MỐI QUAN HỆ CỦA CHÚNG

1.1 NGUYÊN VẬT LIỆU ẨM

1.1.1 PHÂN LOẠI CÁC NGUYÊN VẬT LIỆU ẨM

Theo quan điểm hoá lý, vật ẩm là một hệ liên kết phân tán giữa pha phân tán và môi trường phân tán. Pha phân tán là một chất có cấu trúc mạng hay khung không gian từ chất rắn phân đều trong môi trường phân tán (là một chất khác).

Dựa theo tính chất lý học, người ta có thể chia vật ẩm ra thành ba loại:

- Vật liệu keo: là vật có tính dẻo do có cấu trúc hạt. Nước hoặc ẩm ở dạng liên kết hấp thụ và thẩm thấu. Các vật keo có đặc điểm chung là khi sấy bị co ngót khá nhiều, nhưng vẫn giữ được tính dẻo. Ví dụ: gelatin, các sản phẩm từ bột nhào, tinh bột...

- Vật liệu xốp mao dẫn: nước hoặc ẩm ở dạng liên kết cơ học do áp lực mao quản hay còn gọi là lực mao dẫn. Vật liệu này thường dòn hầu như không co lại và dễ dàng làm nhỏ (vỡ vụn) sau khi làm khô. Ví dụ: đường tinh thể, muối ăn v.v...

- Vật liệu keo xốp mao dẫn: bao gồm tính chất của hai nhóm trên. Về cấu trúc các vật này thuộc xốp mao dẫn, nhưng về bản chất là các vật keo, có nghĩa là thành mao dẫn của chúng có tính dẻo, khi hút ẩm các mao dẫn của chúng trương lên, khi sấy khô thì co lại. Loại vật liệu này chiếm phần lớn các vật liệu sấy. Ví dụ: ngũ cốc, các hạt họ đậu, bánh mì, rau, quả v.v...

1.1.2 CÁC DẠNG LIÊN KẾT TRONG VẬT LIỆU ẨM:

Các liên kết giữa ẩm với vật khô có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình sấy. Nó sẽ chi phối diễn biến của quá trình sấy. Vật ẩm thường là tập hợp của ba pha: rắn, lỏng và khí (hơi). Các vật rắn đem đi sấy thường là các vật xốp mao dẫn hoặc keo xốp mao dẫn. Trong các mao dẫn có chứa ẩm lỏng cũng với hỗn hợp hơi khí có thể tích rất lớn (thể tích xốp) nhưng tỷ lệ khối lượng của nó so với phần rắn và phần ẩm lỏng có thể bỏ qua. Do vậy trong kỹ thuật sấy thường coi vật thể chỉ gồm phần rắn khô và chất lỏng.

Có nhiều cách phân loại các dạng liên kết ẩm. Trong đó phổ biến nhất là cách phân loại theo bản chất hình thành liên kết của P.H. Robinde (*Hoàng Văn Chúc, 1999*). Theo cách này, tất cả các dạng liên kết ẩm được chia thành ba nhóm chính: liên kết hoá học, liên kết hoá lý và liên kết cơ lý.

1.1.2.1 Liên kết hoá học

Liên kết hoá học giữa ẩm và vật khô rất bền vững trong đó, các phân tử nước đã trở thành một bộ phận trong thành phần hoá học của phân tử vật ẩm. Loại ẩm này chỉ có thể tách ra khi có phản ứng hoá học và thường phải nung nóng đến nhiệt độ cao. Sau khi tách ẩm tính chất hoá lý của vật thay đổi. Ẩm này có thể tồn tại ở dạng liên kết phân tử như trong muối hydrat $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ hoặc ở dạng liên kết ion như $Ca(OH)_2$.

Trong quá trình sấy không đặt vấn đề tách ẩm ở dạng liên kết hoá học.

1.1.2.2 Liên kết hoá lý

Liên kết hoá lý không đòi hỏi nghiêm ngặt về tỷ lệ thành phần liên kết. Có hai loại: liên kết hấp phụ (hấp thụ) và liên kết thẩm thấu.

Liên kết hấp phụ của nước có gắn liền với các hiện tượng xảy ra trên bề mặt giới hạn của các pha (rắn hoặc lỏng). Các vật ẩm thường là những vật keo, có cấu tạo hạt. Bán kính tương đương của hạt từ 10^{-9} - 10^{-7} m. Do cấu tạo hạt nên vật keo có bề mặt bên trong rất lớn. Vì vậy nó có năng lượng bề mặt tự do đáng kể. Khi tiếp xúc với không khí ẩm hay trực tiếp với ẩm, ẩm sẽ xâm nhập vào các bề mặt tự do này tạo thành liên kết hấp phụ giữa ẩm và bề mặt.

Liên kết thẩm thấu là sự liên kết hoá lý giữa nước và vật rắn khi có sự chênh lệch nồng độ các chất hoà tan ở trong và ngoài tế bào. Khi nước ở bề mặt vật thể bay hơi thì nồng độ của dung dịch ở đó tăng lên và nước ở sâu bên trong sẽ thẩm ra ngoài. Ngược lại, khi ta đặt vật thể vào trong nước thì nước sẽ thẩm vào trong.

1.1.2.3 Liên kết cơ lý

Đây là dạng liên kết giữa ẩm và vật liệu được tạo thành do sức căng bề mặt của ẩm trong các mao dẫn hay trên bề mặt ngoài của vật. Liên kết cơ học bao gồm liên kết cấu trúc, liên kết mao dẫn và liên kết dính ướt.

- Liên kết cấu trúc: là liên kết giữa ẩm và vật liệu hình thành trong quá trình hình thành vật. Ví dụ: nước ở trong các tế bào động vật, do vật đông đặc khi nó có chứa sẵn nước. Để tách ẩm trong trường hợp liên kết cấu trúc ta có thể làm cho ẩm bay hơi, nén ép vật hoặc phá vỡ cấu trúc vật... Sau khi tách ẩm, vật bị biến dạng nhiều, có thể thay đổi tính chất và thậm chí thay đổi cả trạng thái pha.

- Liên kết mao dẫn: nhiều vật ẩm có cấu tạo mao quản. Trong các vật thể này có vô số các mao quản. Các vật thể này khi để trong nước, nước sẽ theo các mao quản xâm nhập vào vật thể. Khi vật thể này để trong môi trường không khí ẩm thì hơi nước sẽ ngưng tụ trên bề mặt mao quản và theo các mao quản xâm nhập vào trong vật thể.

- Liên kết dính ướt: là liên kết do nước bám dính vào bề mặt vật. Ẩm liên kết dính ướt dễ tách khỏi vật bằng phương pháp bay hơi đồng thời có thể tách ra bằng các phương pháp cơ học như: lau, thấm, thổi, vắt ly tâm...

1.1.3 CÁC ĐẶC TRƯNG TRẠNG THÁI ẨM CỦA VẬT LIỆU ẨM

Những vật đem đi sấy thường chứa một lượng ẩm nhất định. Trong quá trình sấy ẩm, chất lỏng bay hơi, độ ẩm của nó giảm đi. Trạng thái của vật liệu ẩm được xác định bởi độ ẩm và nhiệt độ của nó.

1.1.3.1 Độ ẩm tuyệt đối

Bỏ qua khối lượng khí và hơi không đáng kể, người ta có thể coi vật liệu ẩm là hỗn hợp cơ học giữa chất khô tuyệt đối và ẩm.

$$m = m_0 + W$$

Ở đây: m : khối lượng nguyên vật liệu ẩm

m_0 : khối lượng chất khô tuyệt đối

W (hoặc m_n): khối lượng ẩm

Độ ẩm tuyệt đối: là tỷ số giữa khối lượng ẩm W và khối lượng chất khô tuyệt đối m_0 của nguyên vật liệu:

$$X = \frac{W}{m_0} * 100(\%)$$

X thay đổi từ 0 đến h .

Giữa khối lượng chất khô m_0 , khối lượng chung m và độ ẩm tuyệt đối X có mối

quan hệ: $m_0 = \frac{m}{1 + X}$

1.1.3.2 Độ ẩm tương đối: là tỷ số giữa khối lượng ẩm W trên khối lượng chung của

nguyên vật liệu: $w = \frac{W}{m} = \frac{W}{m_0 + W} 100(\%)$

w độ ẩm tương đối của nguyên liệu ẩm thay đổi từ 0 đến 1. Với $w = 0$ nghĩa là vật liệu khô tuyệt đối; với $m_0=0$, nghĩa là chỉ có ẩm thì $w=1$.

Giữa chất khô tuyệt đối và độ ẩm tương đối của nguyên liệu có mối quan hệ:

$$m_0 = m \cdot (1 - w)$$

Giữa độ ẩm tương đối và độ ẩm tuyệt đối của nguyên liệu có mối quan hệ:

$$x = \frac{w}{1 - w} \quad w = \frac{x}{1 + x}$$

Trước khi sấy khối lượng của nguyên liệu ẩm là m_1 và độ ẩm tương đối là w_1 , sau khi sấy là m_2 và w_2 . Biết rằng trong khi sấy khối lượng chất khô m_0 không thay đổi nên ta có:

$$m_0 = m_1(1 - w_1) = m_2(1 - w_2)$$

$$\text{Từ đó ta có: } \frac{m_2}{m_1} = \frac{1 - w_1}{1 - w_2}$$

Trong biểu thức trên có 4 đại lượng là khối lượng và độ ẩm tương đối của nguyên liệu trước và sau khi sấy, nhưng nếu 3 đại lượng đã biết thì từ đó ta có thể tính được đại lượng thứ tư.

Năng suất của một máy sấy có thể xác định theo khối lượng ẩm (W tách ra từ nguyên vật liệu trong quá trình sấy):

$$\Delta W = m_1 - m_2$$

$$\Delta W = m_1 \frac{w_1 - w_2}{1 - w_2} = m_2 \frac{w_1 - w_2}{1 - w_1}$$

$$\Delta W = m_1 \frac{x_1 - x_2}{1 + x_2} = m_2 \frac{x_1 - x_2}{1 + x_1}$$

Muốn quan sát quá trình sấy bằng đường cong sấy một cách rõ ràng (tạo thành điểm uốn giữa hai đoạn sấy) người ta thường sử dụng độ ẩm tuyệt đối X , còn với độ ẩm tương đối w thường biểu thị trạng thái ẩm của nguyên vật liệu.

1.2 TÁC NHÂN SẤY

Tác nhân sấy là những chất dùng để chuyển chở lượng ẩm tách ra từ vật sấy. Trong quá trình sấy, môi trường buồng sấy luôn luôn được bổ sung ẩm thoát ra từ vật sấy. Nếu lượng ẩm này không được mang đi thì độ ẩm tương đối trong buồng sấy tăng lên, đến một lúc nào đó sẽ đạt được sự cân bằng giữa vật sấy và môi trường trong buồng sấy và quá trình thoát ẩm từ vật sấy sẽ ngừng lại. Do vậy, cùng với việc cung cấp nhiệt

cho vật dễ hoá hơi ẩm lỏng, đồng thời phải tải ẩm đã thoát ra khỏi vật ra khỏi buồng sấy. Người ta sử dụng tác nhân sấy làm nhiệm vụ này. Các tác nhân sấy thường là các chất khí như không khí, khói, hơi quá nhiệt. Chất lỏng cũng được sử dụng làm tác nhân sấy như các loại dầu, một số loại muối nóng chảy v.v... Trong đa số quá trình sấy, tác nhân sấy còn làm nhiệm vụ gia nhiệt cho vật liệu sấy, vừa làm nhiệm vụ tải ẩm. Ở một số quá trình như sấy bức xạ, tác nhân sấy còn có nhiệm vụ bảo vệ sản phẩm sấy khỏi bị quá nhiệt. Sau đây, chúng ta sẽ nghiên cứu hai loại tác nhân sấy thông dụng là không khí và khói.

1.2.1 KHÔNG KHÍ ẨM: CÁC THÔNG SỐ ĐẶC TRƯNG

Không khí là loại tác nhân sấy có sẵn trong tự nhiên, không gây độc hại và không gây bẩn sản phẩm sấy. Không khí là hỗn hợp của nhiều chất khí khác nhau. Thành phần của không khí bao gồm các chất, chủ yếu là N_2 , O_2 , hơi nước, ngoài ra còn có 1 số chất khí khác như: CO_2 , khí trơ, H_2 , O_3 ... Không khí là một khí thực, nhưng thực tế không khí sử dụng để sấy thường ở áp suất thấp (áp suất khí quyển) và nhiệt độ không cao (từ hàng chục độ đến dưới vài trăm độ). Vì vậy, khi sử dụng có thể coi không khí là khí lý tưởng, mặc dù trong không khí có chứa hơi nước, nhưng áp suất riêng phần của nó không lớn. Trong các điều kiện như trên, khi coi không khí là khí lý tưởng thì sai số gặp phải là chấp nhận được (<3%).

Không khí có chứa hơi nước là không khí ẩm. Khi nghiên cứu không khí ẩm, người ta coi nó là hỗn hợp khí lý tưởng của 2 thành phần: không khí khô và hơi nước. Ở đây không khí khô được coi như là thành phần cố định như 1 chất khí lý tưởng ($M = 29$ và số nguyên tử khí trong phân tử là 2). Thành phần thứ 2: hơi nước là thành phần luôn thay đổi trong không khí ẩm. Các thông số cơ bản của không khí ẩm như sau:

1.2.1.1 Áp suất

Theo định luật Dalton ta có:

$$P = P_{KKK} + P_{hn}$$

Ở đây: P: áp suất của không khí ẩm

P_{KKK} : áp suất riêng phần của không khí khô

P_{hn} : áp suất riêng phần của hơi nước

1.2.1.2 Nhiệt độ

Nhiệt độ xác định độ đun nóng của vật thể. Trong lĩnh vực sấy, nhiệt độ được đo theo nhiệt độ Celcius ($^{\circ}\text{C}$) hoặc độ Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$). Dụng cụ để đo nhiệt độ là nhiệt kế.

1.2.1.3 Độ ẩm tuyệt đối: là lượng hơi nước (tính bằng g hoặc kg) chứa trong 1 m³ không

khí ẩm, tức là:
$$\rho = \frac{m_{\text{hn}}}{V}$$

ρ thay đổi từ 0 đến ρ_{max} , khi nhiệt độ của không khí ẩm thay đổi thì ρ_{max} cũng thay đổi.

1.2.1.4 Độ ẩm tương đối: là tỷ số giữa lượng hơi nước chứa trong không khí ẩm với lượng hơi nước lớn nhất có thể chứa trong không khí ẩm đó ở cùng một nhiệt độ.

Hay nói cách khác: độ ẩm tương đối là tỷ số giữa độ ẩm tuyệt đối trên độ ẩm tuyệt đối lớn nhất ứng với nhiệt độ nào đó của không khí ẩm.

$$\varphi = \frac{m_{\text{hn}}}{m_{\text{hn.max}}} 100\% = \frac{\rho_h}{\rho_{\text{max}}}$$

Độ ẩm tương đối là thông số quan trọng của không khí ẩm, nó là đại lượng đặc trưng khả năng hút ẩm của không khí. Giá trị tuyệt đối của độ ẩm tương đối càng nhỏ thì điều kiện cân bằng càng khác nhau, khả năng sấy của không khí càng lớn.

Độ ẩm tương đối của không khí phụ thuộc vào nhiệt độ.

Áp dụng phương trình trạng thái ta có:

$$\rho_h = \frac{1}{v_h} = \frac{P_h}{R_h T} \quad (\text{kg/m}^3)$$

$$\rho_{\text{max}} = \frac{1}{v_b} = \frac{P_b}{R_h T} \quad (\text{kg/m}^3)$$

$$\Rightarrow \varphi = \frac{\rho_h}{\rho_{\text{max}}} 100\% = \frac{P_h}{P_b} 100\%$$

1.2.1.5 Độ chứa ẩm d (hay hàm ẩm X) của không khí ẩm:

Là lượng hơi nước chứa trong 1 kg không khí khô.

Do khối lượng của hơi nước ít nên người ta thường dùng thứ nguyên là (g/kg KKK)

$$d = \frac{m_{\text{hn}}}{m_{\text{KKK}}} 1000 \quad [\text{g/kgKKK}] \quad \text{hoặc} \quad X = \frac{m_{\text{hn}}}{m_{\text{KKK}}} \quad [\text{kg/kgKKK}]$$

Áp dụng phương trình trạng thái với $R_{\text{hn}}=8314/18$ [J/kgK] và $R_{\text{KKK}}=8314/29$ [J/kgK], ta có: $d = 622 \frac{P_h}{P_{\text{KKK}}} = 622 \frac{P_h}{P - P_h}$

1.2.1.6 Khối lượng riêng của không khí ẩm

Không khí ẩm được coi là hỗn hợp của không khí khô và hơi nước:

$$\rho_{\text{hh}} = \rho_{\text{KKK}} + \rho_{\text{hn}}$$

Trong đó: $\rho_{\text{hn}} = X \cdot \rho_{\text{KKK}}$. Vậy, $\rho_{\text{hh}} = \rho_{\text{KKK}}(1+X)$

Ở điều kiện bình thường $P_{\text{KKK}}=P$; $t = 273^\circ\text{K}$ thì $\rho_{\text{KKK}}=1,29$ kg/m³

Áp dụng phương trình trạng thái khí, ta có:

$$\rho_{\text{hh}} = \frac{1,29 * 273}{273 + t} \left(1 - 0,378 \frac{P_{\text{hn}}}{P} \right) \quad [\text{kg/m}^3]$$

Công thức trên chứng tỏ rằng: khối lượng riêng của không khí ẩm phụ thuộc vào 2 thông số thay đổi trong quá trình sấy là nhiệt độ và áp suất riêng phần của hơi nước. Khi áp suất riêng phần của hơi nước trong không khí tăng lên thì ρ_{hh} giảm đi, nhưng trong quá trình sấy nhiệt độ của quá trình sấy giảm xuống nhanh hơn tốc độ tăng của áp suất riêng phần (theo công thức) nên đưa đến việc ρ_{hh} tăng rõ rệt hơn và kết quả là khối lượng riêng của không khí ẩm tăng lên trong quá trình sấy (Hoàng Văn Chúc, 1999).

1.2.1.7 Nhiệt dung riêng của không khí ẩm

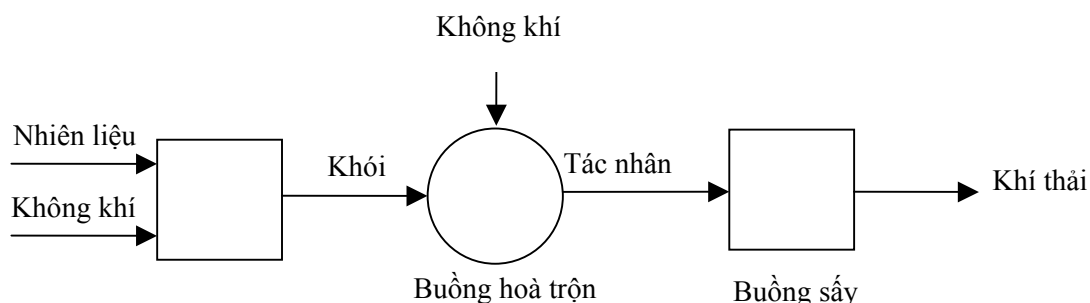
Khi đã coi không khí ẩm là hỗn hợp của khí lý tưởng thì có thể xác định nhiệt dung riêng của không khí ẩm theo công thức nhiệt dung riêng của hỗn hợp khí lý tưởng, tức là:

$$C_{\text{hh}} = \frac{C_{\text{KKK}} + X.C_{\text{hn}}}{1 + X}$$

Ở đây: C_{KKK} : nhiệt dung riêng của không khí khô, ở nhiệt độ t

1.2.2 KHÓI LÒ (KHÍ LÒ ĐỐT)

1.2.2.1 Nguyên lý hệ thống sấy bằng khói lò



Hình vẽ 1.1 : Sơ đồ nguyên lý hệ thống sấy bằng khói lò.

Ưu điểm sấy bằng khói lò:

- có thể điều chỉnh nhiệt độ môi chất sấy trong một khoảng rất rộng; có thể sấy ở nhiệt độ rất cao 900-1000 °C và ở nhiệt độ thấp 70-90 °C hoặc thậm chí 40-50 °C.
- cấu trúc hệ thống đơn giản, dễ chế tạo, lắp đặt.
- đầu tư vốn ít vì không phải dùng calorife.
- giảm tiêu hao điện năng, do giảm trở lực hệ thống.
- nâng cao được hiệu quả sử dụng nhiệt của thiết bị.

Nhược điểm:

- gây bụi bẩn cho sản phẩm và thiết bị.
- có thể gây hoả hoạn hoặc xảy ra các phản ứng hoá học không cần thiết ảnh hưởng xấu đến chất lượng sản phẩm.

Trong công nghiệp thực phẩm khói lò thường ít được sử dụng. Trong một số trường hợp người ta có thể dùng để sấy một số hạt nông sản. Ngoài ra người ta còn có thể sử dụng khí tự nhiên làm chất đốt, vì khói tạo thành tương đối sạch, tuy nhiên do thành phần khói vẫn có hàm lượng ẩm và khí oxit nitơ cao (dễ gây ung thư), nên cần phải tiếp tục được làm sạch trước khi sử dụng để sấy thực phẩm.

1.3 QUAN HỆ GIỮA VẬT LIỆU ẨM VÀ KHÔNG KHÍ CHUNG QUANH

1.3.1 Độ ẩm cân bằng

Nếu ta có một vật ẩm đặt trong môi trường không khí ẩm sẽ xảy ra sự trao đổi nhiệt, ẩm giữa vật ẩm và môi trường không khí. Quá trình trao đổi nhiệt phụ thuộc vào sự chênh lệch nhiệt độ giữa không khí và vật, còn quá trình trao đổi ẩm phụ thuộc vào chênh lệch áp suất riêng phần của hơi nước trên bề mặt vật và của hơi nước trong không khí ẩm. Nếu áp suất riêng phần trên bề mặt vật ẩm lớn hơn áp suất riêng phần trong không khí sẽ xảy ra quá trình bay hơi từ vật ẩm, độ ẩm của vật giảm đi (vật liệu khô hơn). Nếu ngược lại, áp suất riêng phần trên bề mặt vật ẩm nhỏ hơn áp suất riêng phần trong không khí thì vật liệu ẩm sẽ hấp thụ ẩm, độ ẩm tăng lên. Trong cả hai trường hợp áp suất riêng phần của hơi nước trên bề mặt vật ẩm sẽ tiến dần tới trị số áp của riêng phần của hơi nước trong không khí ẩm. Khi hai trị số áp suất riêng phần này bằng nhau thì vật và môi trường ở trạng thái cân bằng ẩm. Lúc này vật không hút ẩm cũng không thải ẩm. Độ ẩm của vật lúc này gọi là độ ẩm cân bằng W_{cb} . Độ ẩm cân bằng phụ thuộc vào áp suất riêng phần của hơi nước trong không khí, tức là phụ thuộc vào độ ẩm tương đối của không khí φ . Quan hệ hàm số: $W_{cb}=f(\varphi)$ có thể được xác định bằng thực nghiệm và được gọi là đường đẳng nhiệt. Đối với quá trình hút ẩm từ môi trường, đường cong $W_{cb}=f(\varphi)$ gọi là đường hấp thụ đẳng nhiệt. Đối với quá trình bay hơi ẩm từ vật, đường cong xây dựng được là đường thải ẩm đẳng nhiệt (hình vẽ 1.1). Ngoài ra, độ ẩm cân bằng còn phụ thuộc vào thành phần hoá học, liên kết ẩm và mức độ nào đó vào trạng thái của nguyên liệu thực phẩm. Đa số sản phẩm thực phẩm khi nhiệt độ tăng thì W_{cb} giảm. Thời gian truyền ẩm đến cân bằng phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: nhiệt độ, độ ẩm của không khí và vật ẩm, tốc độ của không khí, cấu trúc của vật ẩm.

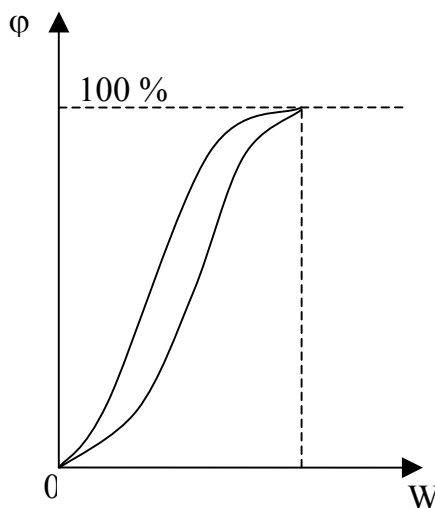
Độ ẩm cân bằng có ý nghĩa lớn trong việc chọn chế độ sấy thích hợp cho từng loại sản phẩm thực phẩm. Người ta thường chọn độ ẩm cuối cùng của sản phẩm sấy bằng độ ẩm cân bằng của sản phẩm đó đối với giá trị trung bình của độ ẩm tương đối không khí trong bảo quản.

1.3.2 Độ ẩm tới hạn W_{th}

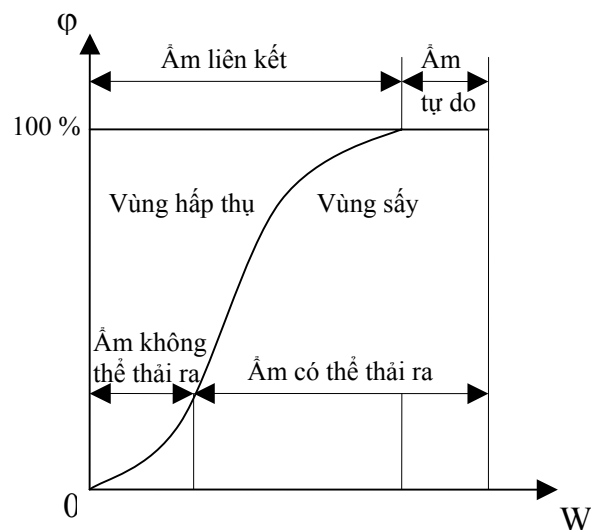
Độ ẩm cân bằng của vật ẩm trong môi trường không khí có độ ẩm tương đối $\varphi = 100\%$ gọi là độ ẩm tới hạn W_{th} . Độ ẩm này là giới hạn của quá trình hấp thụ ẩm của vật

hay là giới hạn của độ ẩm liên kết. Sau đó muốn tăng độ ẩm của vật phải nhúng vật vào trong nước hoặc có nước ngưng tụ trên bề mặt vật. Ẩm thâm nhập vào vật sau này gọi là ẩm tự do (hình vẽ 1.2). Trên đường cong vận tốc sấy, W_{th} là điểm uốn giữa giai đoạn vận tốc sấy không đổi và giai đoạn vận tốc sấy thay đổi.

Độ ẩm tới hạn được xác định bằng cách đo độ ẩm cân bằng của vật liệu với không khí bao quanh vật thể đó có độ ẩm tương đối 100 %, hoặc bằng đường cong hấp thụ đẳng nhiệt của vật thể. Độ ẩm tới hạn của nguyên liệu hoặc sản phẩm càng lớn thì khả năng hút ẩm càng lớn khi bảo quản trong không khí ẩm



Hình vẽ 1.1: Đường cong hấp thụ và thải ẩm đẳng nhiệt.



Hình vẽ 1.2: Trạng thái tương tác giữa ẩm và môi trường

CHƯƠNG II : CƠ SỞ KỸ THUẬT SẤY

2.1 CÂN BẰNG VẬT CHẤT CỦA MÁY SẤY

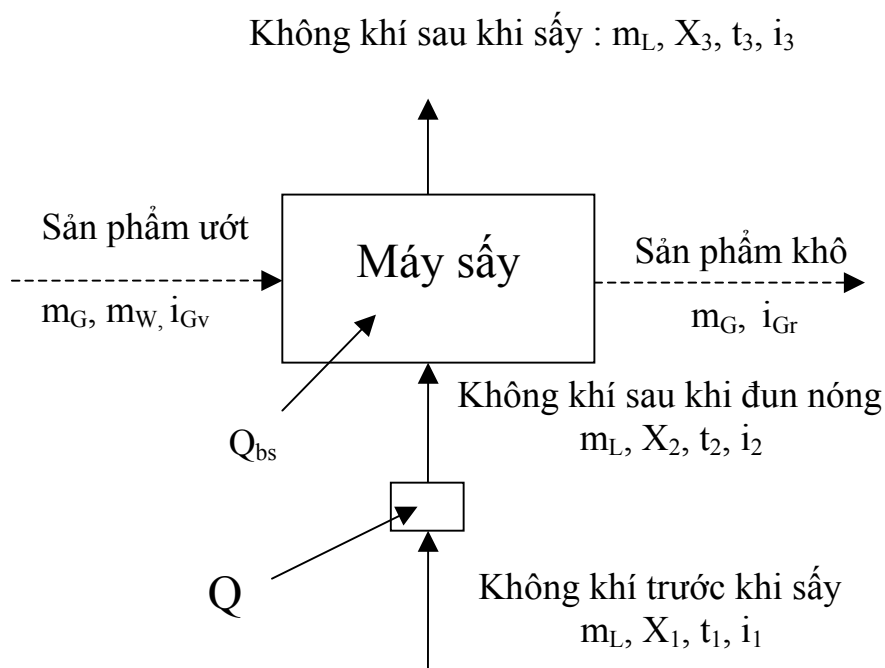
m : năng suất các dạng vật chất qua máy sấy [kg/h]

X : độ ẩm của không khí [kg hơi nước/kg KKK]

L : khối lượng không khí khô [kg/h]

G : khối lượng sản phẩm sấy [kg/h]

W : khối lượng ẩm của sản phẩm sấy [kg/h]



$$m_G + m_W + m_L(1 + X_1) = m_G + m_L(1 + X_3) \quad (2.1)$$

$$m_G \cdot i_{Gv} + m_W \cdot i_{Wv} + m_L \cdot i_1 + Q + Q_{bs} = m_G \cdot i_{Gr} + m_L \cdot i_3 + Q_{tt} \quad (2.2)$$

2.2 MÁY SẤY LÝ THUYẾT

Với máy sấy lý thuyết người ta giả thiết rằng :

- Nhiệt cho quá trình sấy là do bộ phận đun nóng cung cấp.
- Trong máy sấy không có bộ đun nóng bổ sung : $Q_{bs}=0$
- Bỏ qua tổn thất nhiệt : $Q_{tt}=0$
- Hàm nhiệt của sản phẩm sấy và thiết bị vận chuyển không thay đổi trong quá trình sấy : $i_{Gv} = i_{Gr}$
- Nhiệt liên kết của nước (ẩm trong vật liệu) không đáng kể : $i_{Wv} = 0$

Khi đó :

$$\frac{m_L}{m_w} = l = \frac{1}{x_3 - x_1} \tag{2.3}$$

l : nhu cầu riêng về không khí [kg KK/kg nước bốc hơi]

$$\frac{Q}{m_w} = \frac{Q}{m_L} \times \frac{m_L}{m_w} = q = \frac{i_3 - i_1}{x_3 - x_1} \tag{2.4}$$

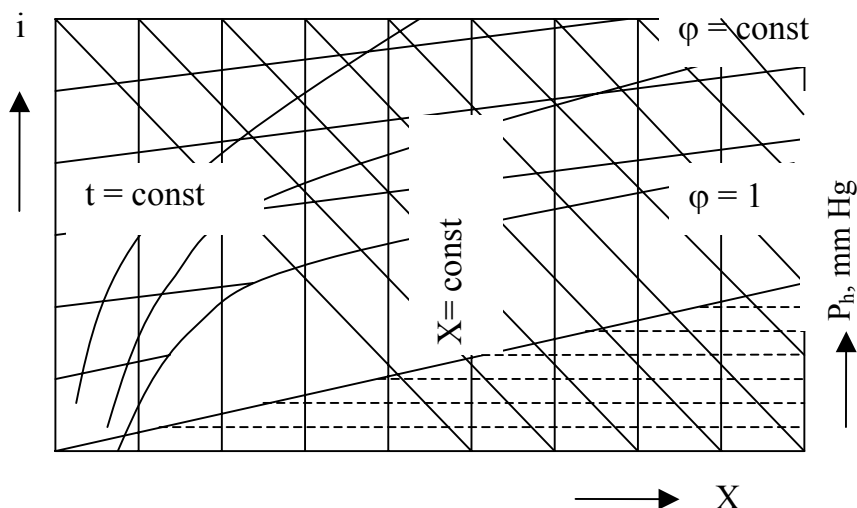
q : nhu cầu riêng về nhiệt [kcal/kg nước bốc hơi].

Có thể viết theo dạng $q = di/dx$.

2.3 SỬ DỤNG BIỂU ĐỒ I-X TRONG TÍNH TOÁN QUÁ TRÌNH SẤY

2.3.1 Mô tả quá trình sấy trong đồ thị i-X đối với không khí ẩm

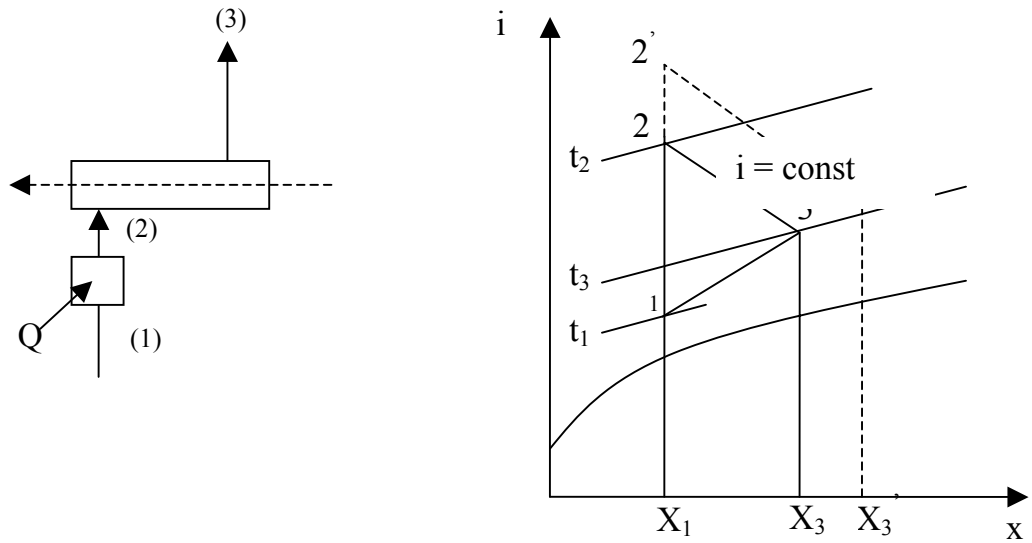
- Cấu tạo của đồ thị i-X



Hình 2.1 : Biểu đồ I – X của không khí ẩm

- Xác định trạng thái không khí ẩm
- Xác định nhiệt độ điểm sương

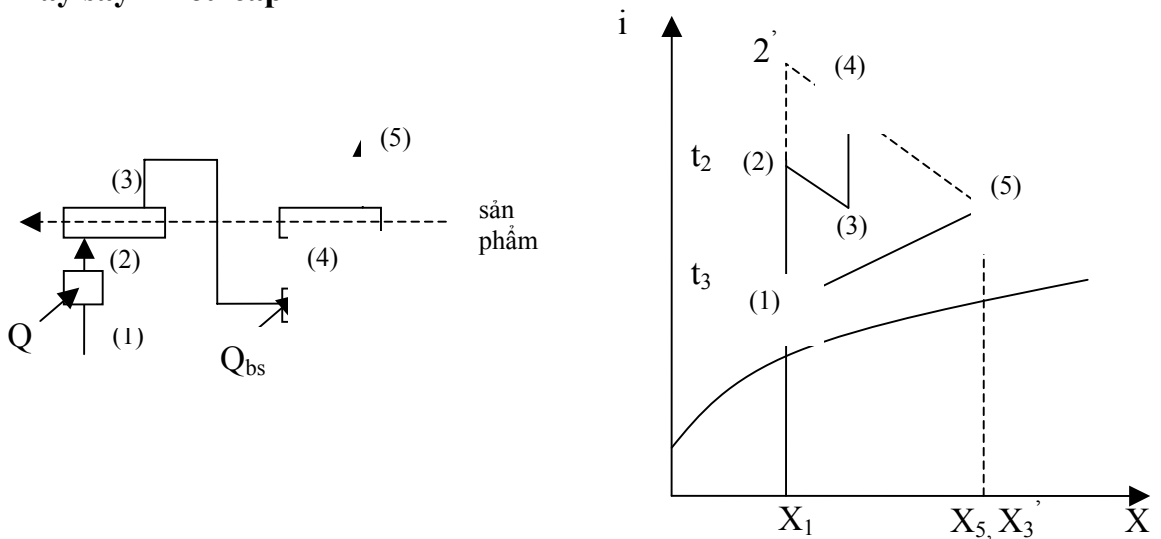
2.3.2 Tính toán cho máy sấy một cấp



Hình 2.2 : Sơ đồ máy sấy 1 cấp và biểu diễn của quá trình sấy trên đồ thị i - X

- Đoạn 1-3 : tiêu tốn nhiệt q tính theo phương trình $q = di/dx$, giá trị của nó có thể đọc trực tiếp từ đồ thị i - X theo đường song song với đường 1-3 qua trục tương ứng của đồ thị i - X .
- Nhu cầu nhiệt : chỉ phụ thuộc vào trạng thái đầu và cuối của quá trình.
- Để không khí sấy tiếp nhận một lượng ẩm cao hơn ($X_3' - X_1$) thì người ta cần phải đun nóng không khí ở nhiệt độ cao hơn ($t_2' > t_2$) và nhu cầu nhiệt q cũng phải lớn hơn tức là đoạn thẳng 1-3'.

2.3.3 Máy sấy nhiều cấp



Hình 2.3 : Sơ đồ máy sấy nhiều cấp và biểu diễn của quá trình sấy trên đồ thị i - X

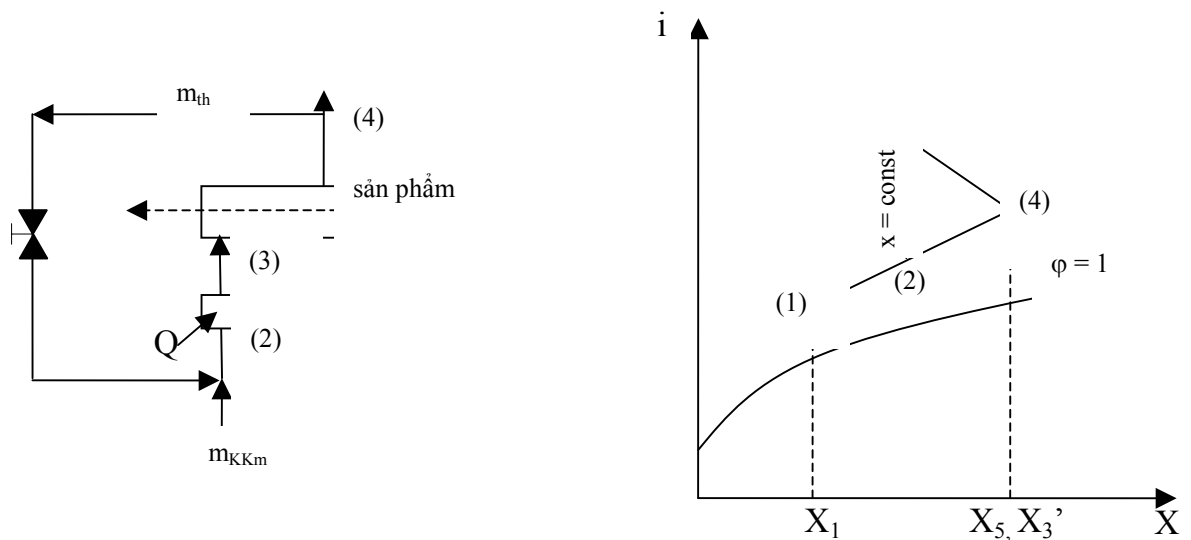
Nhu cầu nhiệt riêng sẽ được tính theo công thức :

$$q = \frac{i_5 - i_1}{x_5 - x_1} = \frac{i_3' - i_1}{x_3' - x_1} \quad (2.5)$$

So sánh với máy sấy một cấp :

- Nhu cầu nhiệt bằng nhau nếu độ ẩm ban cuối của không khí sấy giống nhau, trong khi nhiệt độ đun nóng không khí thấp hơn nhiều.
- Nhu cầu nhiệt nhỏ hơn nếu nhiệt độ đun nóng không khí sấy giống nhau, trong đó sự thay đổi di/dx xảy ra tương tự như máy sấy một cấp.

2.3.4 Máy sấy tuần hoàn



Hình 2.4 : Sơ đồ máy sấy tuần hoàn và biểu diễn quá trình sấy trên đồ thị i - X

- Máy sấy tuần hoàn được sử dụng với những sản phẩm nhạy cảm với nhiệt độ sấy và không khí sấy đi vào cần được giữ ở trạng thái ít bị thay đổi, tức là ít phụ thuộc vào điều kiện thời tiết bên ngoài, khi đó không khí mới (không khí bên ngoài) được hỗn hợp với một phần không khí sấy đi ra khỏi máy sấy

- Cân bằng hỗn hợp :

$$\text{Đối với lượng không khí sấy : } m_{KKm} + m_{th} = m_{KK} \quad (2.6)$$

$$\text{Đối với hàm ẩm : } m_{KKm} \cdot X_1 + m_{th} \cdot X_4 = m_{KK} \cdot X_2 \quad (2.7)$$

$$\text{Đối với năng lượng : } m_{KKm} \cdot i_1 + m_{th} \cdot i_4 = m_{KKm} \cdot X_2 \quad (2.8)$$

- Cân bằng nhiệt lượng :

$$m_{KKm} \cdot i_1 + Q = (m_{KK} - m_{th}) \cdot i_4 = m_{KKm} \cdot i_4$$

$$Q = m_{KKm} \cdot (i_4 - i_1)$$

$$\frac{Q}{m_w} = q = \frac{Q}{m_{KKm}} \cdot \frac{m_{KKm}}{m_w} = l.(i_4 - i_1) = \frac{i_4 - i_1}{x_4 - x_1} \quad (2.9)$$

2.3.5 Máy sấy thực tế

$$\frac{Q}{m_w} = q = l.(i_3 - i_1) - \frac{Q_{bs}}{m_w} + \frac{m_G}{m_w} (i_{Gr} - i_{Gv}) - i_{Wv} + \frac{Q_{tt}}{m_w} \quad (2.10)$$

$$\text{hoặc } q = l.(i_3 - i_1) - q_{bs} + q_G - i_{Wv} + q_{tt} \quad (2.11)$$

Đối với máy sấy lý thuyết ta có :

$$q = l.(i_3 - i_1), \text{ tức là } \underbrace{q_{bs} + i_{Wv}} = \underbrace{q_G + q_{tt}}$$

Nếu bỏ qua nhiệt liên kết của nước trong sản phẩm sấy :

- Nếu tổn thất nhiệt q_{tt} và tổn thất nhiệt do sản phẩm trang bị vận chuyển mang ra cân bằng với nhiệt đun nóng bổ sung, quá trình sấy xảy ra theo đường hàm nhiệt không đổi nghĩa là $I = II$
- Nếu $q_{bs}=0$, thì $I < II$, quá trình sấy xảy ra với hàm nhiệt giảm.
- Nếu nhiệt đun nóng bổ sung lớn hơn tổn thất nhiệt q_{tt} và q_G (nhiệt đun nóng sản phẩm và trang bị vận chuyển), quá trình sấy xảy ra với hàm nhiệt tăng ($I > II$).

2.4 CHUYỂN ĐỘNG ẤM TRONG SẢN PHẨM SẤY

Quá trình chuyển ẩm trong vật liệu sấy bao gồm : chuyển dời ẩm từ bên trong vật liệu ẩm tới bề mặt của nó, ẩm bay hơi ở bề mặt, chuyển dời ẩm ở dạng hơi từ bề mặt vật liệu đến luồng không khí sấy bao quanh vật liệu sấy.

Ấm chuyển dời từ bề mặt vật liệu sấy ra môi trường sấy chung quanh, cần được đền bù bằng cách chuyển ẩm từ bên trong vật liệu sấy ra đến bề mặt của nó.

Lượng ẩm bay hơi và chuyển từ bề mặt vật liệu ra môi trường xung quanh có thể tính theo phương trình :

$$W_{bh} = r.(P_M - P_B).F.T \quad (\text{kg}) \quad (2.14)$$

Trong đó :

P_M : áp suất riêng phần của hơi nước trên bề mặt vật liệu sấy (N/m^2)

P_B : áp suất riêng phần của hơi nước trong không khí (N/m^2)

T : thời gian sấy (s;h)

r : hệ số bốc hơi ($kg/N.s$ hoặc $kg/m^2.h$)

Độ dẫn ẩm : là quá trình chuyển dời ẩm bên trong sản phẩm sấy do sự chênh lệch ẩm giữa các lớp bề mặt và các lớp bên trong của vật liệu sấy, được thực hiện nhờ lực khuếch tán, thẩm thấu, lực mao quản...

Do có độ dẫn ẩm mà ẩm chuyển dời ở thể lỏng khi độ ẩm lớn hoặc ở thể hơi khi độ ẩm bé, theo hướng từ trung tâm ra đến bề mặt của nó.

Trong giai đoạn vận tốc sấy không đổi, ẩm chỉ bốc hơi ở bề mặt vật liệu sấy.

Sau điểm tới hạn thứ I, quá trình bốc ẩm xuất hiện ở bên trong các mao quản. Trong giai đoạn vận tốc sấy giảm, ẩm được chuyển từ bên trong vật liệu ra đến bề mặt thường ở thể hơi, mà hơi này được tạo ra ở "lớp bay hơi" hay còn gọi là "màng sấy" ở sâu trong vật liệu và kèm theo sự khuếch tán ở thể lỏng.

Sau điểm tới hạn thứ II sự chuyển dời ẩm trong sản phẩm sấy hầu như chỉ ở thể hơi.

Lượng ẩm chuyển dời do độ ẩm dẫn ẩm qua bề mặt F, sau thời gian T, từ một điểm của vật liệu có độ ẩm W_1 đến điểm khác có độ ẩm W_2 (nếu $W_1 > W_2$), có thể xác định theo biểu thức sau :

$$m_{\Delta w} = K_w \cdot F \cdot T \cdot \frac{W_1 - W_2}{b} \quad (\text{kg}) \quad (2.15)$$

Trong đó : K_w : hệ số dẫn ẩm, phụ thuộc vào lực liên kết ẩm trong vật liệu sấy và tính chất của vật liệu (m^2/s).

W : độ ẩm của vật liệu sấy kg/kg chất khô.

b : khoảng cách giữa hai điểm có nồng độ ẩm khác nhau (m)

Ngoài ra, ẩm còn có thể chuyển dời nhờ hiện tượng dẫn nhiệt ẩm. Quá trình này được thực hiện dưới tác dụng của nhiệt khuếch tán và sự co giãn của không khí trong các mao quản, nhiệt chuyển dời theo hướng từ nơi có nhiệt độ cao đến nơi có nhiệt độ thấp hơn, nghĩa là từ bề mặt nóng nhất phía ngoài vào sâu trong vật liệu (từ ngoài vào trong) và kèm theo ẩm.

Lượng ẩm chuyển dời qua bề mặt F và sau thời gian T từ điểm có nhiệt độ t_1 đến điểm có nhiệt độ t_2 (với $t_1 > t_2$) có thể xác định theo biểu thức sau :

$$m_{\Delta t} = K_t \cdot F \cdot \frac{t_1 - t_2}{b} \cdot T \quad (\text{kg}) \quad (2.16)$$

Trong đó, K_t : hệ số dẫn nhiệt ẩm [$\text{kg}/\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{độ}$]

b : khoảng cách giữa 2 điểm trong vật liệu có nhiệt độ khác nhau t_1 và t_2 [m]

Hiện tượng dẫn nhiệt ẩm làm cản trở chuyển động của ẩm từ bên trong ra đến bề mặt vật liệu sấy, rõ nhất là bắt đầu giai đoạn tách ẩm liên kết hấp phụ và thẩm thấu.

Tổng kết quá chuyển dời ẩm trong quá trình sấy sẽ là

$$m_w = m_{\Delta w} - m_{\Delta t} \quad (2.17)$$

2.5 VẬN TỐC SẤY

2.5.1 Khái niệm về vận tốc sấy

$$u = \frac{dW}{F \cdot dT} \quad (\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}) \quad (2.12)$$

Trong đó : W : lượng ẩm bay hơi trong thời gian sấy (kg/h)

F : tổng bề mặt bay hơi của sản phẩm sấy (m²)

T : thời gian sấy (h)

Nếu vận tốc sấy không đổi, khi biết vận tốc sấy, thời gian sấy có thể được tính theo công thức :

$$T = \frac{G_k \cdot (w_1 - w_2)}{u \cdot F} \quad (h) \quad (2.13)$$

Trong đó : - G_k : khối lượng vật liệu sấy tính theo khối lượng khô tuyệt đối (kg/h)

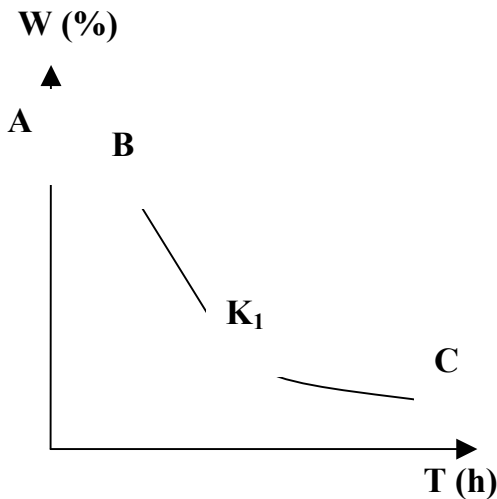
- W₁, W₂ : độ ẩm ban đầu và ban cuối của sản phẩm sấy tính bằng kg/kg sản phẩm khô tuyệt đối.

Các yếu tố ảnh hưởng đến thời gian sấy :

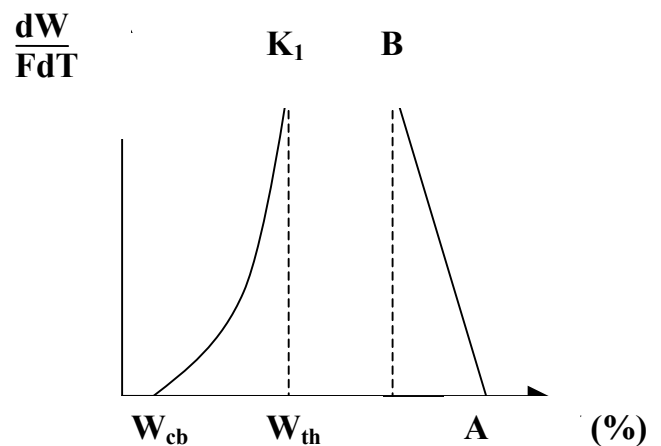
- Bản chất của sản phẩm sấy : cấu trúc, thành phần hoá học, đặc tính của liên kết ẩm...
- Hình dáng và trạng thái của sản phẩm sấy
- Độ ẩm ban đầu, ban cuối và độ ẩm tới hạn của sản phẩm sấy.
- Nhiệt độ, độ ẩm và vận tốc của tác nhân sấy.
- Chênh lệch nhiệt độ ban đầu và ban cuối của tác nhân sấy.
- Cấu tạo của máy sấy, phương thức sấy và chế độ sấy.

2.5.2 Các giai đoạn vận tốc sấy :

Đường cong vận tốc sấy : biểu thị quan hệ giữa vận tốc sấy và độ ẩm của sản phẩm sấy, được xác định bằng thực nghiệm.



Hình 2.5 : Đường cong sấy W=f(T)



Hình 2.6 : Đường cong vận tốc sấy

Quá trình sấy đến độ ẩm cân bằng gồm các giai đoạn chính :

- Giai đoạn đốt nóng sản phẩm sấy, tương ứng với đoạn AB.
- Giai đoạn vận tốc sấy không đổi (đẳng tốc), đoạn BK₁ .
- Giai đoạn vận tốc sấy giảm dần, tương ứng với đoạn K₁C.

- Điểm K_1 gọi là điểm tới hạn, tương ứng với độ ẩm tới hạn W_{th} , tại đó xuất hiện ẩm tự do.

Việc xác định hai giai đoạn sấy có ý nghĩa quan trọng để thiết lập chế độ sấy phù hợp với từng giai đoạn sấy và từng loại sản phẩm sấy.

2.5.3 Tính toán vận tốc sấy

2.5.3.1 Giai đoạn vận tốc sấy không đổi

Ẩm được tách ra chủ yếu là do bốc hơi từ bề mặt của sản phẩm sấy, do đó : $dW = b.dQ$, trong đó b : hệ số tỉ lệ.

$$\text{Mặt khác, } dQ = a.F.(t_K - t_s).dT$$

Trong đó : a : hệ số cấp nhiệt ($\text{kcal/m}^2.\text{độ}$)

F : bề mặt trao đổi nhiệt (m^2)

t_K : nhiệt độ của không khí sấy ($^{\circ}\text{C}$)

t_s : nhiệt độ của sản phẩm sấy ($^{\circ}\text{C}$)

T : thời gian sấy trong giai đoạn vận tốc sấy không đổi (s)

$$\Rightarrow dW = b.a.F. (t_K - t_s).dT$$

$$dW = k_t.F. (t_K - t_s).dT \quad (2.18)$$

Trong đó : k_t [$\text{kg/m}^2.\text{s.độ}$] = $b.a$, là hệ số chuyển khối phụ thuộc vào nhiệt độ.

Phương trình tính vận tốc sấy trong giai đoạn đẳng tốc sẽ là :

$$u_1 = \frac{dW}{F.dT} = k_t.(t_K - t_s) \quad [\text{kg/m}^2.\text{s}] \quad (2.19)$$

- Động lực của quá trình sấy không chỉ được biểu thị bằng sự chênh lệch độ ẩm, mà còn bằng sự chênh lệch nhiệt độ giữa tác nhân sấy và bề mặt sản phẩm sấy. Ngoài ra nó còn được biểu diễn bằng hiệu số áp suất riêng phần của hơi nước bão hoà của không khí P_{bh} tương ứng với nhiệt độ bay hơi ở bề mặt sản phẩm sấy và áp suất riêng phần trong không khí P_h , hoặc bằng hiệu số của hàm ẩm không khí trên bề mặt vật liệu sấy X_{bh} (có thể coi như hàm ẩm này tương ứng với trạng thái bão hoà) và hàm ẩm của không khí sấy X_h .

2.5.3.2 Giai đoạn vận tốc sấy giảm dần (thay đổi)

Quá trình sấy xảy ra là phức tạp. Đường cong sấy có thể cong đều hoặc có điểm uốn. Để đơn giản hoá và với mức độ gần đúng, người ta có thể coi như vận tốc sấy giảm theo đường thẳng.

Động lực của quá trình sấy là hiệu số giữa độ ẩm của sản phẩm sấy và độ ẩm cân bằng của nó và phương trình có dạng :

$$u_2 = \frac{dW_2}{F.dt} = k_w.(W - W_{cb}) \quad (\text{kg/m}^2.\text{h}) \quad (2.20)$$

Trong đó : W : độ ẩm của sản phẩm sấy (kg/kg chất khô)

W_{cb} : độ ẩm cân bằng của SP sấy (kg/kg chất khô)

k_w : hệ số chuyển khối ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}$)

2.5.4 Tính toán thời gian sấy

Thời gian sấy là một thông số đặc biệt quan trọng được sử dụng trong tính toán thiết kế và vận hành thiết bị sấy.

Thời gian sấy phụ thuộc vào nhiều yếu tố như loại vật liệu sấy, hình dáng, kích thước hình học của vật liệu, độ ẩm đầu và cuối của vật liệu, loại thiết bị sấy, phương pháp cấp nhiệt, chế độ sấy. Do đó việc xác định thời gian sấy bằng giải tích gặp nhiều khó khăn.

Vì vậy trong tính toán thực tế các thiết bị sấy thời gian được xác định theo thực nghiệm và cả theo kinh nghiệm vận hành.

Tuy nhiên trong nghiên cứu các thiết bị sấy mới và để sấy các vật liệu khi chưa có kinh nghiệm người ta phải dựa vào lý thuyết giải tích hoặc nửa giải tích nửa thực nghiệm để tính toán thời gian sấy.

Nguyên tắc xác định thời gian sấy bằng giải tích :

1- Xây dựng mô hình vật lý phù hợp với vật liệu cần sấy và với một thiết bị sấy nào đó phù hợp với phương pháp cấp nhiệt và chế độ sấy.

2- Từ mô hình vật lý thiết lập mô hình toán học của bài toán truyền nhiệt truyền chất, nghĩa là viết hệ phương trình truyền nhiệt truyền chất cùng với các điều kiện đơn trị tương ứng. Trong hệ phương trình truyền nhiệt truyền chất phải thể hiện mô hình vật lý một cách toàn diện, chính xác nhưng cũng lược bỏ những nhân tố phụ để mô hình toán học đơn giản và có thể giải được.

3- Giải mô hình toán học để xác định thời gian sấy

Do trong mô hình vật lý và cả mô hình toán học đã được bỏ đi một số những yếu tố vì vậy thời gian sấy xác định bằng giải tích sẽ sai khác với thực tế, cho nên cần phải trải qua thực nghiệm để chỉnh lý cho phù hợp.

2.6 PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ SẤY

Sấy có thể được chia ra hai loại : sấy tự nhiên và sấy bằng thiết bị (sấy nhân tạo). Sấy tự nhiên : quá trình phơi vật liệu ngoài trời, không có sử dụng thiết bị. Các phương pháp sấy nhân tạo thực hiện trong các thiết bị sấy.

Có nhiều phương pháp sấy nhân tạo khác nhau. Căn cứ vào phương pháp cung cấp nhiệt có thể chia ra các loại : sấy đối lưu, sấy bức xạ, sấy tiếp xúc, sấy thăng hoa, sấy bằng điện trường dòng cao tần, sấy điện trở...

2.6.1 Phơi và sấy bằng năng lượng mặt trời

Sấy bằng cách phơi nắng (không có sử dụng thiết bị sấy) được sử dụng rộng rãi nhất trong chế biến nông sản.

Trong các phương pháp phức tạp hơn (sấy bằng năng lượng mặt trời), năng lượng mặt trời được thu nhận để làm nóng không khí. Sau đó không khí nóng được sử dụng để sấy.

Thiết bị sấy bằng năng lượng mặt trời có thể phân ra các loại sau :

+ thiết bị sấy trực tiếp có tuần hoàn khí tự nhiên (gồm thiết bị thu năng lượng kết hợp với buồng sấy).

+ thiết bị sấy trực tiếp có bộ phận thu năng lượng riêng biệt.

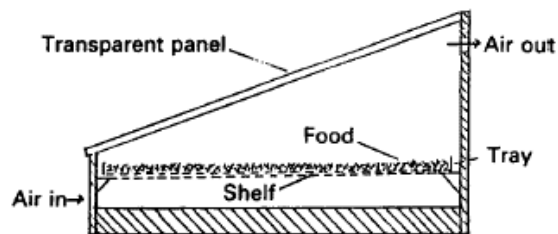
+ thiết bị sấy gián tiếp có dẫn nhiệt cưỡng bức (thiết bị thu năng lượng và buồng sấy riêng biệt).

2.6.1.1 Ưu điểm

- công nghệ đơn giản, chi phí đầu tư và vận hành thấp.
- không đòi hỏi cung cấp năng lượng lớn và nhân công lành nghề
- có thể sấy lượng lớn vụ mùa với chi phí thấp.

2.6.1.2 Nhược điểm

- kiểm soát điều kiện sấy rất kém
- tốc độ sấy chậm hơn so với sấy bằng thiết bị, do đó chất lượng sản phẩm cũng kém và dao động hơn.
- quá trình sấy phụ thuộc vào thời tiết và thời gian trong ngày.
- đòi hỏi nhiều nhân công.

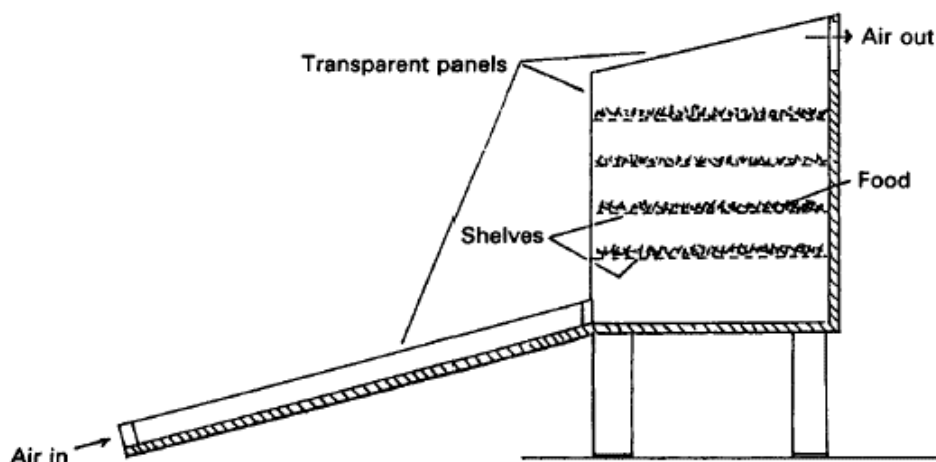


Hình 2.7. : Sơ đồ TB sấy bằng năng lượng mặt trời

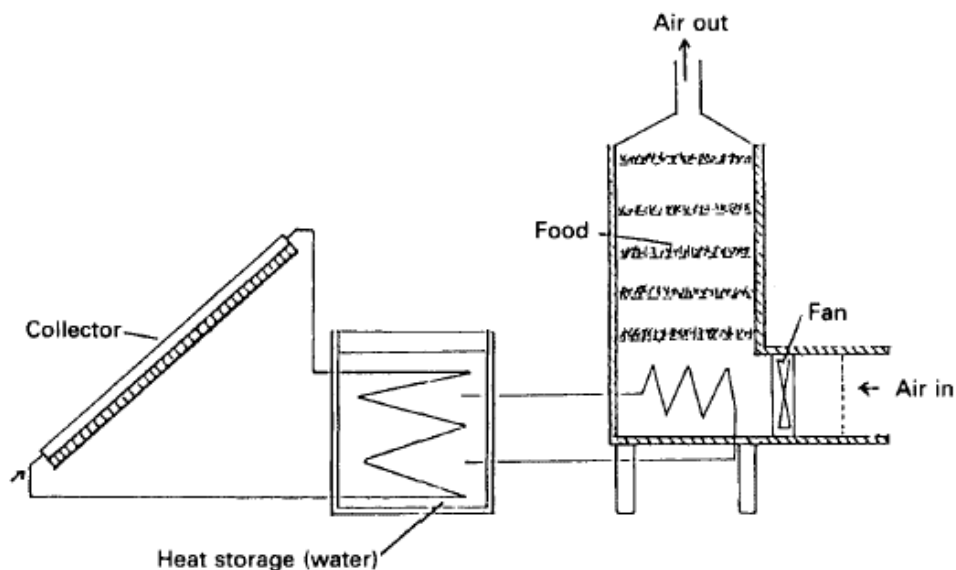
2.6.1.3 Thiết bị

Có nhiều kiểu thiết kế thiết bị sấy bằng năng lượng mặt trời khác nhau.

Những thiết bị nhỏ : thường có công suất nhỏ, tốc độ sấy và chất lượng cải tiến không đáng kể so với phương pháp sấy phơi (có đảm bảo vệ sinh), do đó ít được sử dụng.



Hình 2.8 : Thiết bị sấy bằng năng lượng mặt trời có kệ để nguyên liệu



Hình 2.9 : Sơ đồ hệ thống sấy bằng năng lượng mặt trời có trữ nhiệt

Những thiết bị lớn hơn, có sử dụng quạt chạy bằng năng lượng mặt trời với công suất 200-400 kg mẻ đang được sử dụng nhiều ở các nước vùng Địa trung hải để sản xuất trái cây sấy xuất khẩu cho thị trường châu Âu.

Năng lượng mặt trời còn có thể được dùng làm nóng trước không khí ở các thiết bị sấy vận hành bằng nhiên liệu để tiết kiệm một phần năng lượng.

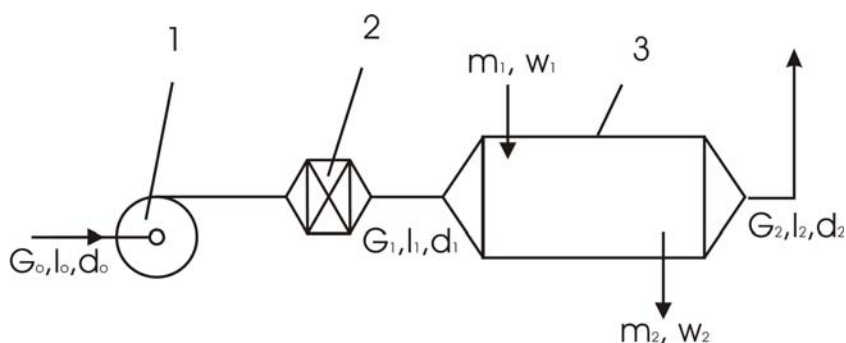
2.6.2 Sấy đối lưu

2.6.2.1 Nguyên lý hoạt động

Không khí nóng hoặc khói lò được dùng làm tác nhân sấy có nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ phù hợp, chuyển động chảy trùm lên vật sấy làm cho ẩm trong vật sấy bay hơi rồi đi theo tác nhân sấy.

Không khí có thể chuyển động cùng chiều, ngược chiều hoặc cắt ngang dòng chuyển động của sản phẩm. Bảng 2.1 so sánh các phương pháp chuyển động khác nhau của tác nhân sấy.

Sấy đối lưu có thể thực hiện theo mẻ (gián đoạn) hay liên tục. Trên hình vẽ dưới là sơ đồ nguyên lý sấy đối lưu bằng không khí nóng.



Sơ đồ hệ thống sấy đối lưu

Hình 2.10 : 1-quạt, 2-caloripe, 3-buồng sấy

Sản phẩm sấy có thể lấy ra khỏi buồng sấy theo mẻ hoặc liên tục tương ứng với nạp vào. Caloriphe 2 đốt nóng không khí có thể là loại caloriphe điện, caloriphe hơi nước v.v...

Kết cấu thực của hệ thống rất đa dạng, phụ thuộc vào nhiều yếu tố như : chế độ làm việc, dạng vật sấy, áp suất làm việc, cách nung nóng không khí, chuyển động của tác nhân sấy, sơ đồ làm việc, cấu trúc buồng sấy...

Bảng 2.1 :So sánh các hình thức chuyển động khác nhau của tác nhân sấy.

Hướng chuyển động TNS	Ưu điểm	Nhược điểm
Cùng chiều	Tốc độ sấy ban đầu cao, ít bị co ngót, tỷ trọng thấp, sản phẩm ít hư hỏng, ít nguy cơ hư hỏng do VSV	khó đạt được độ ẩm cuối thấp vì không khí nguội và ẩm thổi qua sản phẩm sấy.
Ngược chiều	Năng lượng được sử dụng kinh tế hơn, độ ẩm cuối cùng thấp hơn.	Sản phẩm dễ bị co ngót, hư hỏng do nhiệt. Có nguy cơ hư hỏng VSV do không khí ẩm, ẩm gặp nguyên liệu ướt.
Dòng khí thoát ở trung tâm	Kết hợp ưu điểm của sấy cùng chiều và ngược chiều nhưng không bằng sấy bằng dòng khí thổi cắt ngang.	Phức tạp và đắt tiền hơn so với sấy một chiều.
Dòng khí thổi cắt ngang	Kiểm soát điều kiện sấy linh hoạt bằng các vùng nhiệt được kiểm soát riêng biệt; tốc độ sấy cao	Đầu tư trang bị, vận hành và bảo dưỡng thiết bị phức tạp và đắt tiền.

Đối với quá trình sấy chi phí năng lượng là yếu tố chính ảnh hưởng đến hiệu quả kinh tế sản xuất, vì vậy khi thiết kế, cần chú ý đến các biện pháp làm giảm sự thất thoát nhiệt, tiết kiệm năng lượng. Ví dụ :

- cách nhiệt buồng sấy và hệ thống ống dẫn.
- tuần hoàn khí thải qua buồng sấy
- sử dụng thiết bị trao đổi nhiệt thu hồi nhiệt từ không khí thoát ra để đun nóng không khí hoặc nguyên liệu vào.
- sử dụng nhiệt trực tiếp từ lửa đốt khí tự nhiên và từ các lò đốt có cơ cấu làm giảm nồng độ khí oxit nitơ.
- sấy thành nhiều giai đoạn (ví dụ : kết hợp sấy tầng sôi với sấy thùng hoặc sấy phun kết hợp với sấy tầng sôi).
- cô đặc trước nguyên liệu lỏng đến nồng độ chất rắn cao nhất có thể.

- kiểm soát tự động độ ẩm không khí bằng máy tính.
Các tiêu chuẩn để chọn lựa thiết bị sấy được mô tả trong bảng 2.2.

2.6.2.2 Thiết bị sấy đối lưu

Thùng sấy (bin dryer)

Cấu tạo : là một thùng chứa hình trụ hoặc hình hộp có đáy dạng lưới. Không khí nóng thổi lên từ phía đáy của nguyên liệu với vận tốc tương đối thấp (ví dụ : 0,5 m/s).

Ứng dụng : - do có sức chứa lớn, giá thành và chi phí hoạt động thấp chúng được sử dụng chủ yếu để sấy kết thúc sau khi sản phẩm được sấy trước bằng các thiết bị sấy khác. Chúng có thể được dùng để cân bằng ẩm sản phẩm sau khi sấy.

Yêu cầu đối với nguyên liệu : do thiết bị sấy có thể cao vài mét, yêu cầu nguyên liệu phải đủ độ cứng cơ học để chống lại sức ép, duy trì khoảng trống giữa các hạt, giúp không khí nóng có thể xuyên qua được.

Buồng sấy :

Cấu tạo : gồm có một buồng cách nhiệt với các khay lưới hoặc đột lỗ, mỗi khay chứa một lớp mỏng nguyên liệu (dày 2-6cm). Không khí nóng thổi vào với tốc độ 0,5-5 m/s qua hệ thống ống dẫn và van đổi hướng để cung cấp không khí đồng nhất qua các khay. Các thiết bị đun nóng phụ trợ có thể được đặt thêm ở phía trên hoặc dọc bên các khay để tăng tốc độ sấy.

Ứng dụng : - dùng trong sản xuất nhỏ (1-20 tấn/ngày) hoặc trong thử nghiệm. Chúng có giá thành, chi phí bảo dưỡng thấp và có thể sử dụng linh hoạt để sấy các loại nguyên liệu khác nhau. Tuy nhiên, điều kiện sấy tương đối khó kiểm soát và chất lượng sản phẩm dao động do sự phân phối nhiệt đến nguyên liệu không đồng đều.

Lò sấy

Đây là những toà nhà 2 tầng trong đó sàn nhà có giát gỗ mỏng được đặt phía trên lò đốt. Không khí nóng và sản phẩm cháy từ lò đốt xuyên qua lớp nguyên liệu có độ dày đến 20 cm. Chúng được sử dụng theo truyền thống để sấy táo ở Mỹ hoặc hoa hóp-lông ở châu Âu, tuy nhiên việc kiểm soát điều kiện sấy rất khó khăn và thời gian sấy tương đối lâu. Do yêu cầu phải đảo sản phẩm thường xuyên, việc chất nguyên liệu và tháo dỡ sản phẩm được thực hiện bằng thủ công nên chi phí nhân công cao. Tuy vậy, chúng có ưu điểm là sức chứa lớn, dễ xây dựng và bảo dưỡng với chi phí thấp.

Bảng 2.2 : Các phương pháp sấy và tiêu chuẩn chọn lựa.

Phương pháp sấy	Đặc tính nguyên liệu						Điều kiện sấy			Ví dụ sản phẩm
	Mè/ liên tục	Rắn/ Lồng	Ấm dầu	Nhạy cảm nhiệt	Kích thước	Cứng cơ học	Tốc độ sấy	Âm cuối	Năng suất bay hơi tối đa tiêu biểu	
Tháp sấy	B	S	Thấp		TrL	Có	Chậm	Thấp	-	Rau củ
Buồng sấy	B	S	Tr.bình		TrL		Tr.bình	Tr.bình	55-75	Rau củ, trái cây
Băng chuyền	C	S	Tr.bình		TrL		Tr.bình	Tr.bình	1820	ngũ cốc, trái cây, bánh kẹo, bích quy, rau củ, hạt đậu
Tang trống	C	S	Tr.bình		Nhỏ		Tr.bình	Tr.bình	410	dịch sệt, xi rô ngô, khoai tây ăn liền, gelatin
Thâm bột	C	L	-	Có	-		Nhanh		-	nước ép trái cây
Tầng sôi	B/C	S	Tr.bình		Nhỏ	Có	Tr.bình	Thấp	910	đậu, rau củ dạng mỏng hoặc dạng cục, hạt lúa, bột hoặc sản phẩm ép đùn, trái cây, dưa khô, gia vị
Lò sấy	B	S	Tr.bình		TrL		Chậm	Tr.bình	-	táo dạng lát, dạng nhẵn, hộp lồng
Sấy điện trường dòng cao tần	B/C	S	Thấp		Nhỏ		Nhanh	Thấp	-	các loại bánh từ bột mì
Khí động	C	S	Thấp	Có	Nhỏ	Có	Nhanh	Thấp	15900	tinh bột, bột súp, cháo khoai tây
Bức xạ	C	S	Thấp		Nhỏ		Nhanh		-	các loại bánh từ bột mì
Thùng quay	B/C	S	Tr.bình	Có	Nhỏ	Có	Tr.bình	Tr.bình	1820-5450	hạt cacao, lạc, ngũ cốc chín,
Spin flash	C	L	Tr.bình	Có	TrL/Nhỏ		Nhanh	Thấp	7800	pasta,
Sấy phun	C	S	-		-		Nhanh	Tr.bình	15900	cà phê hoà tan, sữa bột
Năng lượng mặt trời	B	S	Tr.bình		TrL		Chậm	Tr.bình	-	trái cây, rau củ
Hầm	C	S	Tr.bình		TrL		Tr.bình	Tr.bình	-	trái cây, rau củ
Băng chuyền/ kệ chân không	C	L	Tr.bình		TrL		Chậm	Thấp	18200	nước ép trái cây, chiết xuất thịt, mẫu số cô la

Hầm sấy

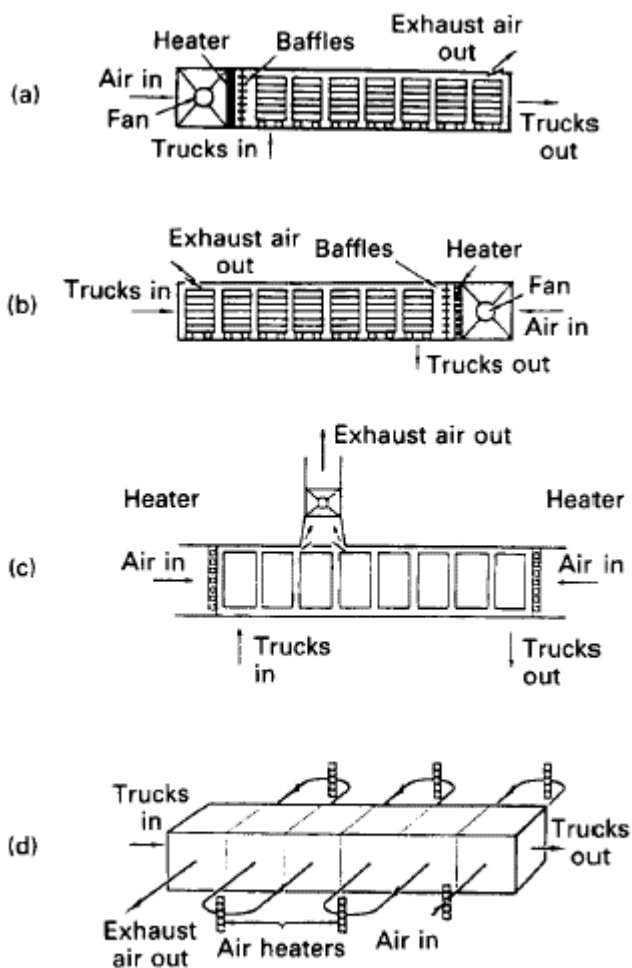
Cấu tạo : các khay chứa nguyên liệu được chất lên các xe goòng, được lập trình để chuyển động qua hầm cách nhiệt có tác nhân sấy chuyển động theo một hoặc nhiều hướng khác nhau như mô tả trong bảng 2.1. Sản phẩm sau khi ra khỏi hầm có thể được sấy kết thúc trong các thùng sấy. Một hầm sấy tiêu biểu dài 20 m có 12-15 xe goòng với tổng sức chứa 5000 kg nguyên liệu.

Ứng dụng : do khả năng sấy lượng lớn nguyên liệu trong một thời gian tương đối ngắn, chúng được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên, phương pháp này hiện đã bị thay thế bằng phương pháp sấy băng chuyền và sấy tầng sôi do hiệu suất năng lượng của sấy hầm thấp hơn, chi phí lao động cao hơn và chất lượng sản phẩm không tốt bằng hai phương pháp nêu sau.

Sấy băng chuyền

Cấu tạo : là thiết bị làm việc liên tục, có thể dài đến 20m, rộng 3m. Nguyên liệu được đặt trên một băng chuyền lưới có đáy sâu 5-15 cm. Dòng khí lúc đầu có hướng từ dưới lên qua đáy của nguyên liệu và ở các giai đoạn sau đó được hướng xuống dưới để sản phẩm khỏi bị thổi ra khỏi băng chuyền.

Ở các thiết bị sấy 2 hoặc 3 giai đoạn nguyên liệu sau khi được sấy một phân sẽ được xáo trộn và chất đồng lại vào các băng chuyền kế tiếp sâu hơn (đến 15-25 cm hoặc 250-900 cm ở các máy sấy 3 giai đoạn), nhờ đó cải tiến được tính đồng nhất của quá trình sấy và tiết kiệm được không gian. Sản phẩm thường được sấy đến độ ẩm 10-15 % và sau đó được sấy kết thúc ở thùng sấy. Thiết bị sấy có thể có các khu vực sấy độc lập với nhau được kiểm soát bằng máy tính và hệ thống tự động nạp nguyên liệu và tháo sản phẩm để giảm chi phí nhân công.



Hình 2.11 : Các hình thức chuyển động của tác nhân sấy trong hầm sấy.

- a) cùng chiều
- b) ngược chiều
- c) kết hợp cùng - ngược chiều
- d) cắt ngang

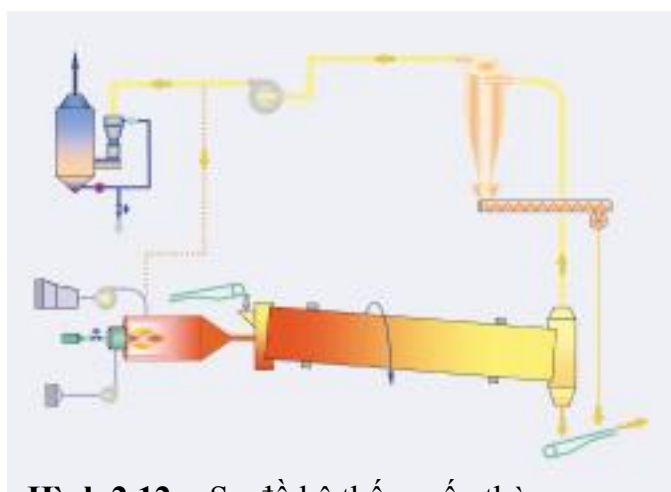
Ứng dụng : - do điều kiện sấy được kiểm soát tốt và năng suất cao nên thường được dùng để sấy sản phẩm ở quy mô lớn (ví dụ : đến 5,5 tấn/h).

- Ứng dụng trong phương pháp sấy thảm bột : nguyên liệu dạng lỏng được chuyển thành dạng bột bền bằng cách cho thêm tác nhân tạo bột và được hoà khí nitơ hoặc không khí. Nguyên liệu dạng bột được trải lên băng chuyền có lỗ đến độ dày 2-3 mm và được sấy nhanh trong 2 giai đoạn bằng dòng khí thổi cùng chiều và sau đó ngược chiều. Sấy thảm bột nhanh khoảng gấp 3 lần so với sấy chất lỏng có độ dày tương tự. Lớp thảm xốp mỏng của sản phẩm sấy sau đó được nghiền thành bột dễ chảy, có tính hồi nguyên rất tốt. Quá trình sấy nhanh và nhiệt độ sản phẩm thấp giúp cho chất lượng của sản phẩm tốt, nhưng khi sản xuất với năng suất cao đòi hỏi diện tích bề mặt lớn, chi phí do đó cũng cao.

Máy sấy thùng quay (rotary dryer)

Cấu tạo : một thùng chứa kim loại hình trụ hơi nghiêng (khoảng 5°) quay tròn quanh trục được gắn với các cánh hướng ở bên trong để nguyên liệu đổ xuống xuyên qua dòng khí chuyển động cùng chiều hoặc ngược chiều qua máy sấy. Diện tích bề mặt của nguyên liệu được phơi bày tối đa trong không khí nên tốc độ sấy cao và chất lượng sản phẩm sấy đồng đều.

Ứng dụng : - đặc biệt thích hợp các loại nguyên liệu có khuynh hướng bị rối hoặc dính vào nhau trong băng chuyền hoặc khay Tuy nhiên, do sự hư hại do va đập, cọ xát trong máy, chúng chỉ chế sử dụng cho tương đối ít loại phẩm (ví dụ : sấy hạt đậu, hạt cacao ...).



Hình 2.12 : Sơ đồ hệ thống sấy thùng quay

cho
sấy.
hạn
sản

Sấy tầng sôi (fluidized bed dryer)

Cấu tạo : máy sấy tầng sôi gồm một thiết bị phân phối không khí đồng đều quanh phần đáy của nguyên liệu; một buồng thông gió vào để tạo ra một vùng khí đồng nhất, ngăn ngừa tốc độ cao cục bộ; và một vùng thoát khí ở phía trên tầng sôi để những phần tử bị gió cuốn lên thoát ra. Không khí thoát ra từ tầng sôi thường được thổi vào các xyclon để tách những phần tử mịn, sau đó chúng được đưa trở lại vào sản phẩm hoặc được làm kết cục. Phía trên của hệ thống phân phối khí, các khay lưới có chứa lớp nguyên liệu dạng hạt có bề dày đến 15 cm. Không khí nóng thổi xuyên qua lớp nguyên liệu làm chúng lơ lửng và rung động mạnh, phơi bày tối đa diện tích bề mặt nguyên liệu (hình vẽ). Những máy sấy kiểu này gọn và kiểm soát tốt điều kiện sấy và tốc độ sấy cao.



Hình 2.13 : Thiết bị sấy tầng sôi dùng trong sấy đường

gia vị, cà phê hoà tan, đường, trà...

Ngoài ra, còn có nhiều kiểu thiết kế khác của phương pháp sấy tầng sôi như :

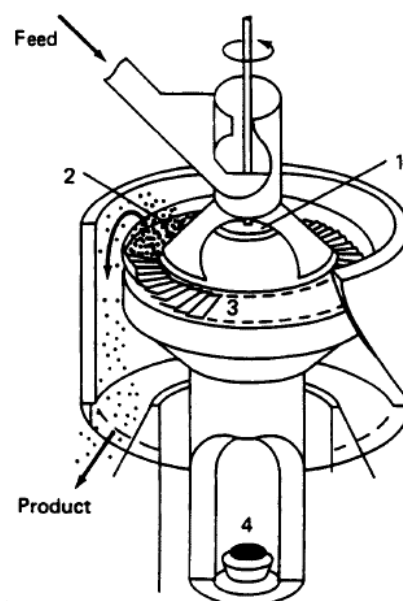
- *máy sấy Torbed*, trong đó lớp nguyên liệu sôi xung quanh một buồng sấy "hình chân cột" do không khí nóng thổi trực tiếp từ buồng đốt lên (hình vẽ). Máy sấy có tốc độ truyền khối và truyền nhiệt rất cao, thời gian sấy rút ngắn một cách đáng kể. Thiết bị có bộ vi xử lý kiểm soát quá trình sấy và chúng có thể được sử dụng để nướng, rang nguyên liệu dạng hạt.

- *máy sấy spin-flash*, trong đó buồng sấy được gắn với rotor ở đáy. Không khí nóng được thổi vào theo phương tiếp tuyến vào buồng sấy và dưới tác động của rôto không khí chuyển động xoáy lên trên. Các mẫu nguyên liệu, như là thịt cua nhão, bánh cô ca hoặc kẹo gôm, khi vào buồng sấy sẽ bị bột đã sấy khô dính vào. Những cục này rơi xuống đáy ở đó chúng bị sôi do không khí thổi và bị quay bởi rô to. Khi khô, những cục này vỡ ra thành bột và được mang lên trên thành buồng sấy và lấy ra qua các lỗ phân loại có kích cỡ thay đổi được.

- máy sấy tầng sôi ly tâm

Ứng dụng : Các thiết bị sấy tầng sôi làm việc theo mẻ được sử dụng trong sản xuất nhỏ, trong đó, sản phẩm được xáo trộn mạnh nên độ ẩm của sản phẩm đồng nhất.

Thiết bị sấy liên tục có các khay rung để chuyển sản phẩm từ khay này sang khay kế tiếp dưới tác dụng của trọng trường. Độ ẩm của sản phẩm sấy dao động trong phạm vi rộng hơn và thường được kết hợp với thùng sấy. Các áp dụng chính bao gồm sấy các loại nguyên liệu dạng hạt nhỏ có khả năng sôi mà không bị hư hại cơ học quá mức như men khô, dừa khô, thóc lúa,

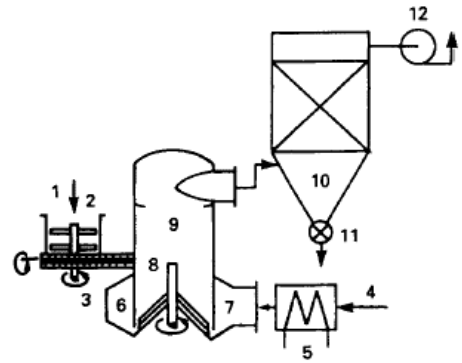


Hình 2.14 : Máy sấy tầng sôi Torbed

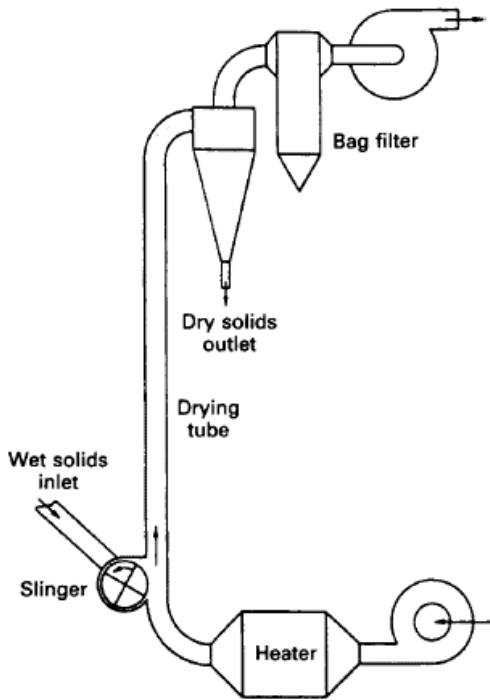
được mang lên trên thành buồng sấy và lấy ra qua các

Máy sấy khí động

Nguyên lý hoạt động : bột ẩm hoặc nguyên liệu dạng hạt, thông thường độ ẩm dưới 40 % và kích thước hạt trong phạm vi 10-500 μm , được nạp vào hệ thống ống dẫn bằng kim loại và bị



Hình 2.15 : Máy sấy spin-flash

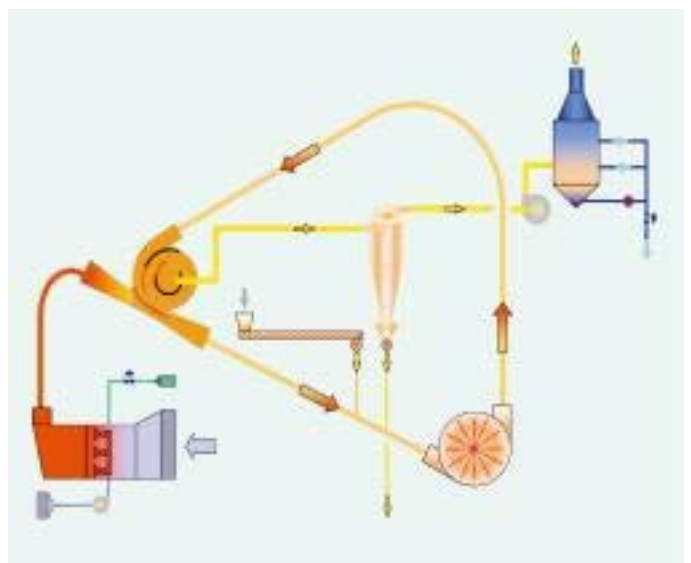


Hình 2.16 : Hệ thống sấy khí động dạng đứng

ra cấu trúc xốp và rỗng giúp cải tiến được tốc độ sấy cho các phương pháp sấy thông thường khác ở giai đoạn sấy sau đó và giúp quá trình hồi nguyên nhanh. Quá trình sấy kéo dài 2-10 giây, vì thế chúng thích hợp cho các sản phẩm mất ẩm nhanh trên bề mặt. Quá trình làm lạnh do bay hơi của hạt ngăn ngừa sự hư hại vì nhiệt, giúp sản phẩm có chất lượng cao.

Ứng dụng : máy sấy khí động có vốn và chi phí bảo dưỡng tương đối thấp, tốc độ sấy cao và điều kiện sấy được kiểm soát chặt chẽ. Chúng thích hợp với các nguyên liệu nhạy cảm với nhiệt. Năng suất đầu ra

thời lơ lửng trong không khí nóng. Ở các máy sấy thẳng đứng, dòng khí được điều chỉnh sao cho các hạt nhẹ và nhỏ hơn, tức là sẽ khô nhanh hơn, được đưa đến thiết bị tách xyclon trước, còn những hạt ẩm và nặng hơn phải lưu lại trong ống sấy ở trạng thái lơ lửng lâu hơn để đạt đến độ ẩm yêu cầu. Đối với những sản phẩm đòi hỏi thời gian lưu lâu, hệ thống ống sấy có dạng vòng (máy sấy khí động dạng vòng) và nguyên liệu được quay vòng cho đến khi chúng đủ khô. Những máy sấy dạng vòng có nhiệt độ sấy cao, thời gian sấy ngắn được sử dụng để làm nở tinh bột trong khoai tây, cà rốt, tạo



Hình 2.17 : Sơ đồ hệ thống sấy khí động dạng vòng

của sản phẩm khoảng từ 10kg/h đến 25 tấn/h. Chúng thường được dùng sau khi sấy phun để tạo ra những sản phẩm có độ ẩm thấp hơn so với bình thường (ví dụ : sữa đặc biệt, bột trứng, khoai tây dạng cục).

Máy sấy phun

Một hệ phân tán mịn của nguyên liệu đã được cô đặc trước (40-60 % ẩm) được phun để hình thành những giọt mịn, rơi vào trong dòng khí nóng cùng chiều hoặc ngược chiều ở nhiệt độ 150-300 °C trong một buồng sấy lớn. Các kiểu vòi phun sau được sử dụng :

- Vòi phun ly tâm : chất lỏng được nạp vào giữa tâm của chén hoặc đĩa quay có vận tốc ngoại vi $90-200 \text{ ms}^{-1}$. Các giọt lỏng đường kính 50-60 μm được bắn xuống từ mép rìa tạo thành lớp giọt lỏng đều.
- Vòi phun áp suất : chất lỏng bị cưỡng bức dưới áp suất cao (700-2000 kPa) qua một kẽ hở nhỏ tạo nên những giọt lỏng có kích thước 180-250 (μm).
- Vòi phun khí động : không khí được sử dụng để phun dung dịch. Trước hết không khí qua ống phun tăng tốc độ rồi thổi ra miệng phun, chất lỏng được đưa đến miệng vòi bằng bơm. Không khí có tốc độ cao sẽ thổi dung dịch văng ra thành hạt nhỏ.

Vòi phun dễ bị nghẹt bởi các hạt nguyên liệu và nguyên liệu cũng mài mòn dần dần các khe lỗ làm rộng lỗ ra do đó tăng kích thước trung bình của các giọt lỏng.

Quá trình sấy xảy ra nhanh (1-10 giây) do diện tích bề mặt của những giọt lỏng rất lớn. Tốc độ nạp liệu được kiểm soát sao cho nhiệt độ không khí ra 90-100 oC, tương ứng với nhiệt độ bầu ướt (và nhiệt độ sản phẩm) 40-50 oC để sản phẩm ít bị hư hại. Bột khô thu được ở đáy thiết bị sấy và được lấy đi bằng vít tải

Có nhiều kiểu thiết kế khác nhau về vòi phun, buồng sấy, hệ thống đốt nóng không khí và hệ thống thu hồi bột, xuất phát từ yêu cầu của rất nhiều loại nguyên liệu sấy phun khác nhau (ví dụ : sữa, trứng, cà phê, ca cao, chè, khoai tây, hỗn hợp kem đá, bột yaourt, pho mát, tác nhân làm trắng cà phê, nước ép trái cây, gia vị đóng gói và tinh bột ngô, lúa mì).

Các thiết bị sấy phun cũng có thể được gắn với thiết bị sấy tầng sôi để sấy kết thúc sản phẩm thu được từ buồng sấy. Thiết bị sấy phun khác nhau về kích cỡ từ các thiết kế ở mức độ thí nghiệm để sấy những sản phẩm khối lượng nhỏ, giá trị cao như enzym, gia vị cho đến các thiết kế để sản xuất quy mô lớn dùng trong thương mại với năng suất đến 10.000 kg sữa sấy/giờ.

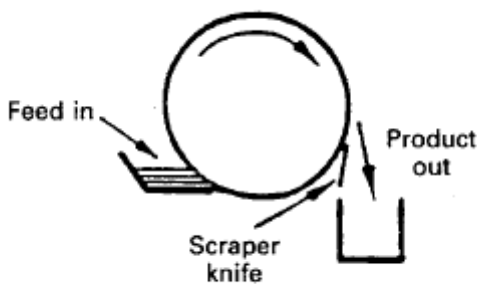
Ưu điểm lớn là quá trình sấy nhanh, sản xuất liên tục ở quy mô lớn, chi phí nhân công thấp, vận hành và bảo dưỡng tương đối đơn giản. Hạn chế chính là chi phí đầu tư cao, yêu cầu độ ẩm ban đầu cao để bảo đảm nguyên liệu có thể bơm đến thiết bị tạo giọt lỏng. Điều này dẫn đến chi phí năng lượng cao hơn (để tách ẩm) và thất thoát các chất dễ bay hơi cao hơn. Thiết bị sấy băng chuyền và sấy tầng sôi đang bắt đầu thay chỗ sấy phun do chúng gọn hơn và có hiệu quả sử dụng năng lượng tốt hơn.

2.6.3 Máy sấy tiếp xúc (contact dryer)

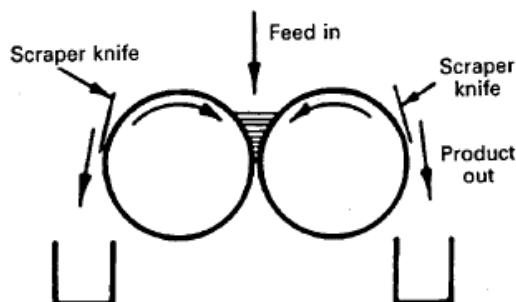
- nhiệt được cung cấp bằng dẫn nhiệt
- ưu điểm chính so với sấy đối lưu :
 - + không cần thiết phải đun nóng lượng lớn không khí trước khi sấy do đó hiệu quả nhiệt cao hơn.
 - + quá trình sấy có thể thực hiện không cần sự có mặt của oxy nên các thành phần dễ bị oxy hoá của nguyên liệu được bảo vệ.

Nhu cầu nhiệt riêng thông thường là 2000-3000 kJ/kg nước bay hơi so với 4000-10.000 kJ/kg nước bay hơi của máy sấy đối lưu. Tuy nhiên, thực phẩm có độ dẫn nhiệt thấp, trở thành khô hơn nên khó dẫn nhiệt hơn trong quá trình sấy, vì vậy cần phải sấy lớp mỏng để nhiệt dẫn nhanh, tránh gây hư hại cho sản phẩm.

Sấy tang trống (sấy trực lăn) (roller dryer)



Hình 2.18 : Sơ đồ thiết bị sấy tang trống trực đơn



Hình 2.19 : Sơ đồ thiết bị sấy tang trống trực kép

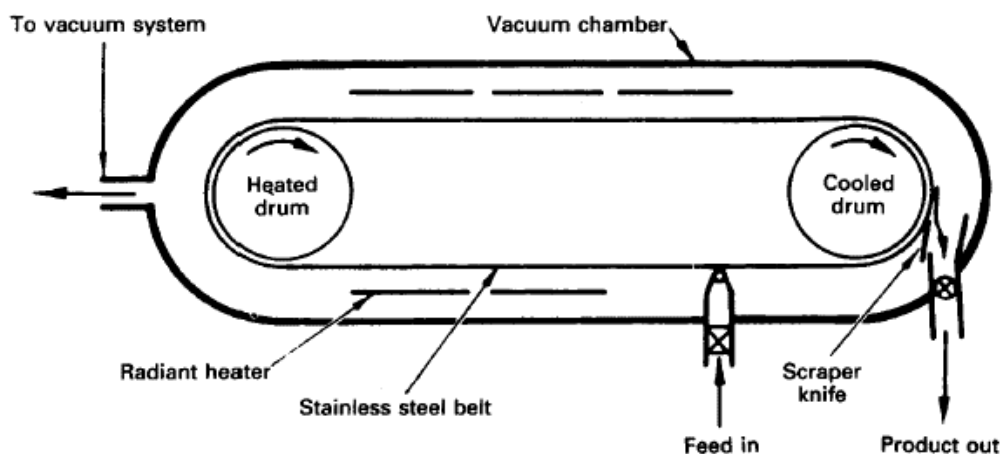
Các trục lăn bằng thép quay chậm được đun nóng bên trong bằng hơi nước áp suất cao đến 120-170 °C. Một lớp mỏng nguyên liệu được trải đều lên bề mặt bên ngoài bằng phương pháp nhúng, phun, trải hoặc bằng các trục lăn nạp liệu phụ. Trước khi trục lăn hoàn thành 1 vòng quay (khoảng 20 giây đến 3 phút) sản phẩm sấy được cào ra bằng lưỡi dao tiếp xúc đều với mặt trục theo chiều dài của nó. Thiết bị sấy có thể có 1 trục, 2 trục hoặc trục kép. Thiết bị đơn trục được sử dụng rộng rãi, vì chúng linh động, tỷ lệ diện tích bề mặt trục sử dụng để sấy lớn, dễ dàng tiếp cận để bảo dưỡng và không có nguy cơ bị hư hại do kim loại rơi vào giữa hai trục.

Thiết bị sấy trục có tốc độ sấy cao, hiệu quả năng lượng cao, chúng thích hợp với nguyên liệu dạng sệt có kích thước các cấu tử lớn quá mức để có thể sấy phun được. Sấy trực lăn dùng trong sản xuất khoai tây dạng mảnh (flake), ngũ cốc nấu sẵn, mật đường, xúp bột, pu rê trái cây và sữa tách kem (whey). Tuy nhiên, do giá thành trục lăn cao và thành phần nguyên liệu nhạy cảm nhiệt dễ bị hư hại, nên trong sản xuất lớn chúng đã bị thay thế bằng phương pháp sấy phun.

Sấy bằng quả cầu nóng

Buồng sấy được gắn với vít tải quay chậm có chứa các quả cầu bằng sứ, được làm nóng bằng không khí nóng, thổi vào buồng sấy. Nguyên liệu dạng viên, cục được sấy chủ yếu do sự dẫn nhiệt do sự tiếp xúc với những quả cầu nóng và được dịch chuyển qua buồng sấy bằng vít tải, để thoát ra ở đáy. Thời gian sấy được kiểm soát bằng tốc độ vít tải và nhiệt độ của những quả cầu nóng.

Máy sấy băng chuyền chân không và kệ sấy chân không (vacuum band dryer, vacuum shelf dryer)



Hình 2.20 : Sơ đồ thiết bị sấy băng chuyền chân không

Nguyên liệu dưới dạng sệt được trải hoặc phun lên 1 băng chuyền thép chạy qua 2 trục lăn rỗng trong 1 buồng chân không có áp suất 1-70 mmHg. Lúc đầu nguyên liệu được sấy bằng trục lăn được làm nóng bằng hơi nước và sau đó bằng ống xoắn trao đổi nhiệt có hơi nước làm nóng hoặc các thiết bị cấp nhiệt bức xạ đặt ở phía trên các băng chuyền. Sản phẩm sấy được làm nguội bằng trục lăn thứ 2 có nước lạnh ở trong và được tách ra bằng lưỡi dao.

Kệ sấy chân không gồm các kệ đặt trong 1 buồng chân không với áp suất 1-70 mmHg. Nguyên liệu được đặt thành 1 lớp mỏng trên các khay thép phẳng được làm cẩn thận để đảm bảo sự tiếp xúc tốt với các kệ. Hơi nước hoặc nước nóng chạy qua các kệ để cấp nhiệt cho quá trình sấy.

Quá trình sấy nhanh và sự hư hại do nhiệt đến sản phẩm được hạn chế giúp cho 2 phương pháp này thích hợp với các nguyên liệu nhạy cảm với nhiệt. Tuy nhiên, cần cẩn thận để tránh sản phẩm khỏi bị cháy trên các khay trong các kệ sấy chân không và sự co ngót làm giảm sự tiếp xúc giữa nguyên liệu với bề mặt nóng ở cả 2 thiết bị. Chúng có giá thành cao, chi phí vận hành cao và năng suất thấp, được dùng chủ yếu để sản xuất các sản phẩm sấy phồng (puff dried).

Sấy nổ phòng (explosion puff drying)

Bao gồm sấy sơ bộ nguyên liệu đến độ ẩm trung bình, sau đó đóng kín nó trong buồng áp suất. Nhiệt độ và áp suất trong buồng tăng lên đến mức nào đó thì được "giải phóng" tức thì. Do áp suất giảm nhanh, sản phẩm nở ra, tạo một cấu trúc xốp mịn. Điều này giúp cho quá trình sấy kết thúc sau đó và quá trình hồi nguyên của sản phẩm xảy ra nhanh hơn. Giá trị dinh dưỡng và cảm quan cũng được lưu giữ tốt. Phương pháp này lúc đầu chỉ được áp dụng đối với loại sản phẩm ngũ cốc nổ phòng dùng cho điểm tâm, nhưng đến nay chúng được áp dụng cho một loạt sản phẩm rau và trái cây sấy.

2.6.4 Sấy thăng hoa

Sấy thăng hoa là quá trình tách ẩm ra khỏi vật sấy bằng sự thăng hoa của nước. Quá trình thăng hoa là quá trình chuyển trực tiếp từ thể rắn sang thể hơi. Ở điều kiện bình thường, ẩm trong thực phẩm ở dạng lỏng, nên để thăng hoa chúng cần được chuyển sang thể rắn bằng phương pháp lạnh đông. Chính vì vậy nên còn gọi là phương pháp Sấy lạnh đông (Freeze Drying hay Lyophilisation).

Quá trình sấy thăng hoa bao gồm hai giai đoạn : làm lạnh đông và tiếp theo sấy khô bằng chân không thấp. Cả hai hệ thống đều hoạt động rất tốn kém và khi thiết bị sấy thăng hoa hoạt động theo mẻ, chi phí vận hành càng tăng cao. Hiện nay đã có các thiết bị làm việc liên tục, nhưng chi phí đầu tư rất cao. Vì vậy phương pháp sấy thăng hoa chỉ hạn chế sử dụng đối với các sản phẩm đắt tiền, những sản phẩm mà không thể sấy được bằng các phương pháp khác. Bên cạnh đó không phải bất kỳ nguyên liệu nào cũng có thể sấy bằng phương pháp lạnh đông. Đối với những nguyên liệu có cấu trúc dễ bị hư hại trong quá trình lạnh đông thì sản phẩm sấy thăng hoa khi hồi nguyên sẽ có kết cấu tồi.

Sấy thăng hoa, nhất là phương pháp sấy nhanh (AFD : accelerated freeze drying) được áp dụng rộng rãi ở Mỹ để sấy các loại nguyên liệu đắt tiền như thịt gia súc, gia cầm

...

Ngoài ra nó còn được sử dụng để sấy các sản phẩm khác như : cà phê, gia vị, trong dược phẩm v.v...

2.6.4.1 Các giai đoạn của sấy thăng hoa

Giai đoạn làm lạnh đông

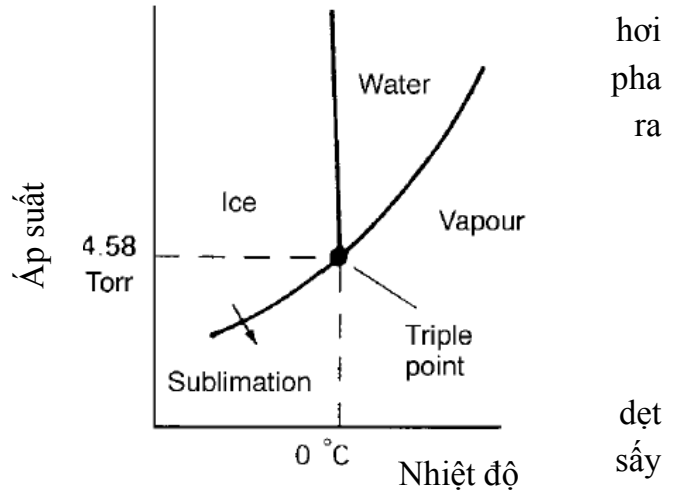
Giai đoạn đầu tiên của quá trình sấy thăng hoa là làm lạnh đông sản phẩm. Quá trình làm lạnh đông bằng thực hiện bằng hai cách. Cách thứ nhất trong thiết bị làm lạnh đông thông thường hoặc niro lỏng để làm lạnh đông sản phẩm bên ngoài buồng sấy thăng hoa. Cách thứ hai là vật sấy tự lạnh đông ngay trong buồng sấy thăng hoa khi buồng sấy được hút chân không.

Sản phẩm cần được làm lạnh đông rất nhanh để hình thành các tinh thể băng nhỏ ít gây hư hại đến cấu trúc tế bào của sản phẩm. Đối với sản phẩm dạng lỏng, phương pháp

làm lạnh đông chậm được sử dụng để băng tạo thành từng lớp, các lớp này tạo nên các kênh giúp cho hơi nước dịch chuyển dễ dàng.

Giai đoạn thăng hoa

Giai đoạn kế tiếp là tách nước trong suốt quá trình sấy tiếp theo để làm khô sản phẩm. Nếu áp suất hơi nước được giữ dưới 4,58 mmHg (610,5 Pa) và nước ở dạng băng, khi sản phẩm được cung cấp nhiệt, thì băng rắn sẽ thăng hoa trực tiếp thành mà không bị tan chảy (hình vẽ : đồ thị 3 của nước). Hơi nước tiếp tục được tách khỏi sản phẩm bằng cách giữ cho áp suất trong buồng sấy thăng hoa thấp hơn áp suất hơi nước trên bề mặt của băng, đồng thời tách hơi nước bằng máy bơm chân không và ngưng tụ nó bằng các ống xoắn ruột gà lạnh, các bản lạnh hoặc bằng hoá chất. Khi quá trình tiếp diễn, bề mặt thăng hoa di chuyển vào bên trong sản phẩm đông lạnh, làm sản phẩm được sấy khô. Nhiệt lượng cần thiết để dịch chuyển bề mặt thăng hoa (ẩn nhiệt thăng hoa) được truyền đến sản phẩm do sự dẫn nhiệt hoặc do vi sóng cung cấp. Hơi nước di chuyển ra khỏi sản phẩm qua các kênh được hình thành do băng thăng hoa và được lấy đi.

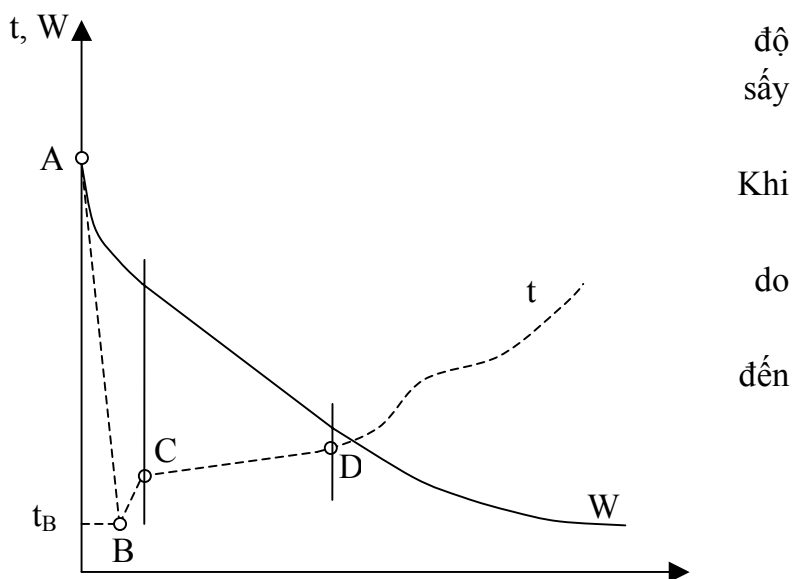


Hình 2.21 : Sơ đồ 3 pha của nước

Như vậy, nếu không tính quá trình mất ẩm trong phương pháp để vật ẩm tự lạnh đông trong buồng sấy khi hút chân không thì sản phẩm được sấy trong hai giai đoạn : trước tiên do quá trình thăng hoa xuống khoảng 15 % độ ẩm và sau đó do bay hơi của phần nước không đóng băng đến 2% độ ẩm bằng quá trình nhả ẩm đẳng nhiệt. Quá trình nhả ẩm đẳng nhiệt (desorption) đạt được bằng cách nâng nhiệt độ máy sấy lên gần nhiệt độ môi trường xung quanh trong khi vẫn giữ áp suất thấp giống như quá trình sấy ở các thiết bị sấy chân không thông thường.

Đường cong sấy

Hình vẽ 2.21 là đường cong sấy và đường cong nhiệt của vật sấy trong quá trình thăng hoa trong đó vật sấy tự lạnh đông trong buồng sấy. hút chân không, áp suất trong buồng sấy giảm xuống, ẩm tự bay hơi mạnh làm giảm nhanh nhiệt độ của nó xuống nhiệt độ đóng băng t_B của ẩm (đường A-B). Quá trình đóng băng của ẩm có toả nhiệt nên nhiệt độ của vật sấy tăng lên một chút (B-C). Quá trình thăng hoa ẩm diễn ra khác quá trình sấy thứ nhất (tốc độ



Hình 2.22 : Đường cong sấy và nhiệt độ sấy trong sấy thăng hoa.

không đổi) trong sấy đối lưu là nhiệt độ tăng lên một ít theo thời gian sấy (đoạn C-D dốc lên). Điều đó được giải thích là ở lớp sâu bên trong vật sấy còn có ẩm đang đóng băng. Giai đoạn sấy tiếp theo là giai đoạn bay hơi ẩm liên kết, nhiệt độ của vật sấy tăng nhanh.

Trong một số sản phẩm (ví dụ nước ép trái cây, dịch chiết cà phê cô đặc), sự hình thành nên trạng thái thủy tinh trong quá trình đóng băng gây ra nhiều khó khăn cho việc di chuyển hơi nước. Vì vậy, chất lỏng cần được đóng băng ở dạng bột (phương pháp sấy thăng hoa bột : vacuum puff freeze drying), hoặc là nước ép trái cây để sấy cùng với phần thịt (cái). Cả hai phương pháp đều tạo nên các kênh nhờ đó hơi nước có thể thoát đi được. Ở phương pháp thứ ba, nước trái cây sau khi đóng băng được nghiền thành cục, nhờ đó sấy nhanh hơn và cho phép kiểm soát kích cỡ của hạt bột tốt hơn.

Tốc độ sấy phụ thuộc phần lớn vào tính cản trở nhiệt của sản phẩm và ở mức độ thấp hơn vào độ cản trở dòng hơi (dịch chuyển khối) ra khỏi bề mặt thăng hoa.

2.6.4.2 Tốc độ truyền nhiệt

Có ba phương pháp truyền nhiệt đến bề mặt thăng hoa.

Nhiệt truyền xuyên qua các lớp đóng băng.

Tốc độ truyền nhiệt phụ thuộc vào độ dày và độ dẫn nhiệt của lớp băng. Khi quá trình sấy xảy ra, chiều dày của lớp băng giảm xuống và tốc độ truyền nhiệt tăng lên. Nhiệt độ bề mặt của thiết bị cấp nhiệt được giới hạn để tránh làm tan băng.

Nhiệt truyền qua lớp khô.

Tốc độ truyền nhiệt đến bề mặt thăng hoa phụ thuộc vào chiều dày và diện tích bề mặt của sản phẩm, độ dẫn nhiệt của lớp khô và chênh lệch nhiệt độ giữa bề mặt của sản phẩm và bề mặt băng. Khi áp suất buồng sấy không đổi, nhiệt độ của bề mặt băng duy trì

không đổi. Lớp khô của sản phẩm có độ dẫn nhiệt rất thấp (tương tự như vật liệu cách nhiệt) và vì thế gây ra sự cản trở lớn với dòng nhiệt. Khi quá trình sấy tiếp diễn, lớp này trở nên dày hơn và sự cản trở nhiệt tăng lên. Làm giảm kích thước nguyên liệu và tăng chênh lệch nhiệt độ sẽ làm tăng tốc độ truyền nhiệt. Tuy nhiên, ở sấy thăng hoa, nhiệt độ bề mặt bị giới hạn đến 40-65 °C để tránh sự biến tính protein và các thay đổi hoá học khác, có thể làm giảm chất lượng của sản phẩm.

Truyền nhiệt bằng vi sóng.

Nhiệt được tạo ra trên bề mặt băng và tốc độ truyền nhiệt không bị ảnh hưởng bởi độ dẫn nhiệt của băng và chất khô hay độ dày của lớp khô. Tuy nhiên, nhiệt vi sóng khó kiểm soát và có nguy cơ bị tình trạng quá nóng cục bộ dẫn đến sự tan chảy băng.

2.6.4.3 Tốc độ truyền khối

Khi nhiệt truyền tới bề mặt thăng hoa, nhiệt độ và áp suất hơi nước của băng được tăng lên. Hơi nước di chuyển xuyên qua chất khô đến vùng có áp suất hơi thấp trong buồng sấy. Ở áp suất 67 Pa, 1g băng hình thành 2 m³ hơi và do đó, máy sấy thăng hoa cần phải lấy đi hàng trăm mét khối hơi trong 1 giây qua các lỗ hồng của chất khô. Các yếu tố kiểm soát chênh lệch áp suất hơi nước là :

- áp suất trong buồng sấy
- nhiệt độ của thiết bị ngưng tụ hơi, cả hai cần để thấp đến mức chi phí cho phép.
- nhiệt độ của băng ở bề mặt thăng hoa, cần càng cao càng tốt nhưng không để tan chảy.

Trong thực tế để đảm bảo tính kinh tế, áp suất buồng sấy thấp nhất vào khoảng 13 Pa và nhiệt độ thiết bị ngưng tụ thấp nhất là khoảng -35 °C.

Về lý thuyết, nhiệt độ của băng cần nâng lên mức chỉ vừa dưới điểm đóng băng. Tuy nhiên, ở trên một nhiệt độ tới hạn nhất định, gọi là nhiệt độ sụp đổ (collapse temperature), cấu trúc sản phẩm sẽ bị phá huỷ ngay lập tức. Trong thực tế, vì thế tồn tại nhiệt độ băng tối đa, nhiệt độ ngưng tụ tối thiểu và áp suất buồng sấy tối thiểu và những thông số này kiểm soát tốc độ chuyển khối.

Trong quá trình sấy, độ ẩm hạ xuống từ mức ban đầu rất cao trong vùng lạnh đông đến mức thấp hơn ở lớp khô, phụ thuộc vào áp suất hơi nước trong buồng sấy. Khi nhiệt chuyển qua lớp khô, quan hệ giữa áp suất trong buồng sấy và áp suất trên bề mặt băng là :

$$P_i = P_s + \frac{k_d}{b \cdot \lambda_s} (t_s - t_i) \quad (2.21)$$

Trong đó, P_i (Pa) là áp suất riêng phần của hơi nước ở bề mặt thăng hoa, P_s (Pa) áp suất riêng phần của hơi nước ở bề mặt, k_d ($Wm^{-1}K^{-1}$) : độ dẫn nhiệt của lớp khô, b ($kg \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$) độ thấm của của lớp khô, λ_s ($J \cdot kg^{-1}$) : ẩn nhiệt thăng hoa, t_s (°C) : nhiệt độ bề mặt và t_i (°C) nhiệt độ tại bề mặt thăng hoa. Thời gian sấy có thể được tính bằng công thức sau :

$$t_d = \frac{x^2 \rho (M_1 - M_2) \lambda_s}{8k_d (t_s - t_i)} \tag{2.22}$$

trong đó : t_d (giây) là thời gian sấy, x (m) : chiều dày của sản phẩm, ρ (kg.m^{-3}) : tỷ trọng của chất khô, M_1 : độ ẩm ban đầu và M_2 : độ ẩm cuối cùng. Chú ý rằng : thời gian sấy tỷ lệ với bình phương độ dày của sản phẩm : do đó gấp đôi chiều dày sản phẩm sẽ kéo dài thời gian sấy gấp 4 lần.

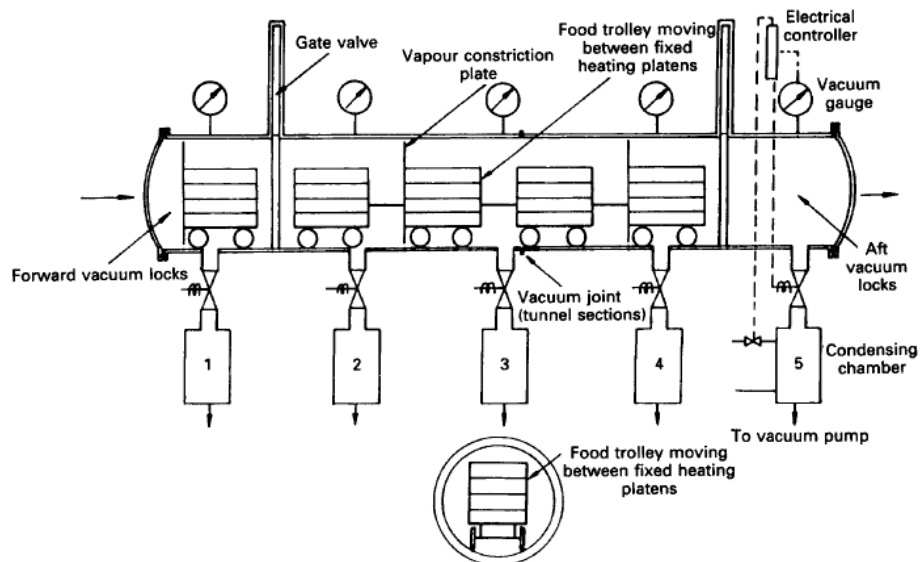
2.6.4.4 Thiết bị sấy thăng hoa

Các máy sấy thăng hoa bao gồm một buồng chân không có chứa các khay đựng sản phẩm và thiết bị đun nóng để cấp ẩm nhiệt thăng hoa. Các ống xoắn ruột gà lạnh hoặc các bản dẹt lạnh được sử dụng để ngưng tụ hơi nước trực tiếp thành băng. Chúng được gắn với thiết bị tự động làm tan băng để giữ cho bề mặt của các dây xoắn ruột gà được trống tối đa cho việc ngưng tụ hơi nước. Điều này là cần thiết bởi vì phần lớn năng lượng đầu vào được dùng làm lạnh đông ở các thiết bị ngưng tụ và vì thế tính kinh tế của sấy thăng hoa được xác định bởi hiệu suất của thiết bị ngưng tụ :

Nhiệt độ thăng hoa

$$\text{Hiệu suất} = \frac{\text{Nhiệt độ thăng hoa}}{\text{Nhiệt độ tác nhân làm lạnh ở thiết bị ngưng tụ}} \tag{2.23}$$

Bom chân không tách đi các thành phần hơi không ngưng tụ.



Hình 2.23 : Sơ đồ cấu tạo hầm sấy thăng hoa

2.6.4.5 Ảnh hưởng quá trình sấy thăng hoa đến chất lượng sản phẩm

Sản phẩm sấy thăng hoa lưu lại rất tốt các đặc tính cảm quan và chất lượng dinh dưỡng và thời gian bảo quản dài khi được bao gói đúng cách. Các chất dễ bay hơi không

bị cuốn vào hơi nước sinh ra trong quá trình thăng hoa mà bị mắc lại trong khung sản phẩm. Kết quả là 80-90 % mùi được giữ lại.

Kết cấu của sản phẩm được tốt : ít bị co ngót và không bị hiện tượng cứng vỏ. Cấu trúc xốp cho phép quá trình làm ướt trở lại nhanh chóng và hoàn toàn, nhưng nó dễ vỡ và cần bảo vệ tránh bị hư hại cơ học. Chỉ có những thay đổi nhỏ về chất lượng protein, tinh bột và các hydrocacbon khác. Tuy nhiên cấu trúc xốp của sản phẩm có thể dễ cho oxy xâm nhập và gây oxy hoá lipid. Vì vậy, sản phẩm được bao gói trong khí trơ. Những thay đổi của thiamin và axit ascorbic trong quá trình sấy thăng hoa ở mức vừa phải và sự thất thoát của các vitamin khác không đáng kể (xem bảng). Tuy nhiên, sự thất thoát các chất dinh dưỡng do các quá trình chuẩn bị trước khi sấy, đặc biệt là chần hấp rau có thể ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng dinh dưỡng của sản phẩm sấy thăng hoa.

Bảng 2.3 : Tổn thất vitamin trong quá trình sấy thăng hoa

Thực phẩm	Thất thoát (%)						
	Vitamin C	Vitamin A	Thiamin	Riboflavin	Axit folic	Niacin	Axit Pantothenic
Đậu xanh	26-60	0-24	-	0	-	10	-
Đậu Hà lan	8-30	5	0	-	-	0	10
Nước cam	3	3-5	-	-	-	-	-
Thịt bò	-	-	2	0	+	0	13
Thịt heo	-	-	<10	0	-	0	56

2.6.5 Máy sấy bức xạ

Trong đó nhiệt chủ yếu được truyền đến vật liệu sấy qua bức xạ của nguồn nhiệt, ví dụ : bóng đèn với công suất lớn, điện trở... Âm bay hơi vào dòng tác nhân sấy rồi ra ngoài. Thông thường các vật bức xạ được lắp cố định ngay trên bề mặt của lớp vật sấy. Vật sấy chuyển động liên tục nhờ băng tải, tự chảy, dòng lưu động khí hạt, tầng sôi. Để quá trình bay hơi ẩm tốt và tránh cho vật bị nóng quá mức, người ta dùng quạt đối lưu cưỡng bức tác nhân sấy. Chính vì vậy nên còn gọi là hệ thống sấy bức xạ- đối lưu.

Tốc độ truyền nhiệt phụ thuộc vào :

- Nhiệt độ bề mặt của nguồn nhiệt và vật sấy
- Tính chất bề mặt của nguồn nhiệt và vật sấy
- Hình dáng của vật phát và nhận bức xạ hồng ngoại

Ưu điểm :

- quá trình trao đổi nhiệt trong sấy bức xạ có cường độ cao hơn nhiều trong sấy đối lưu và sấy trên bề mặt nóng; có khả năng tăng cường độ sấy ở giai đoạn thứ nhất, rất hiệu quả với lớp vật sấy mỏng. Tuy trường hợp mà thời gian sấy có thể giảm hàng chục thậm chí cả trăm lần so với sấy đối lưu.

- chỉ làm nóng vật liệu sấy, không ảnh hưởng đến môi trường không khí xung quanh
- phương pháp sấy sạch
- máy sấy bức xạ có cấu tạo đơn giản, dễ sử dụng.

Nhược điểm :

- bề mặt vật sấy nóng bị đốt nóng nhanh, tạo ra chênh lệch nhiệt độ lớn giữa bề mặt và lớp sâu bên dưới. Điều này dễ dẫn tới chất lượng sản phẩm không như ý muốn (cong vênh, nứt vỡ, biến màu...).

Muốn tránh điều trên ta căn cứ vào tính chất vật sấy, yêu cầu của sản phẩm sấy mà sử dụng nguồn tia bức xạ, điều chỉnh cường độ bức xạ và thời gian bức xạ cho phù hợp.

Máy sấy bức xạ cần trang bị các thiết bị bảo vệ, điều chỉnh chế độ sấy, quan tâm thường xuyên để có sản phẩm tốt và không bị hoả hoạn.

- không kinh tế bằng máy sấy đối lưu nên ít được sử dụng.

Thiết bị :

Thông thường người ta dùng vật phát năng lượng bức xạ liên tục và cường độ cao thuộc vùng quang phổ hồng ngoại với bước sóng $\lambda = 0,77-300 \mu\text{m}$.

Để có các tia bức xạ, ta có thể dùng nhiều loại thiết bị bức xạ khác nhau như :

- Đèn gương : dây tóc đèn là vonfram, công suất từ (150-500 W). Nhiệt độ đèn là $(2300 \pm 100) ^\circ\text{K}$. Hệ số hiệu dụng năng lượng là 70 %. Đèn có nhược điểm dễ vỡ, quán tính nhiệt kém, tổn thất nhiệt lớn, chiếu không đều. Tuy có cấu tạo đơn giản, dễ sử dụng nhưng đèn ít được dùng để sấy các sản phẩm thực phẩm.

- Đèn ống thạch anh : cấu tạo của loại này là dây vonfram xoắn được đặt trong tâm của ống thạch anh hình trụ, công suất của nó từ (0,1-20) kW. Nhiệt độ của đèn loại này là $2800 ^\circ\text{K}$.

- Que đốt bằng điện : cấu tạo của que đốt gồm dây hợp kim nicrom xoắn hình lò xo đặt trong ống kim loại, cách điện bằng ôxit manhê, oxit nhôm hoặc cát thạch anh. Công suất của mỗi que đốt đạt đến 25 kW, nhiệt độ là $800 ^\circ\text{C}$. Đây là loại que đốt thông dụng nhất.

- Vật bức xạ bằng gốm : đây là loại tiện lợi trong công nghiệp chế biến thực phẩm. Cấu tạo của nó gồm dây điện trở bằng hợp kim nicrom được ép vào trong lòng khối gốm. Công suất của mỗi chiếc là 1 kW với nhiệt độ làm việc từ $450-700 ^\circ\text{C}$.

Để đảm bảo bức xạ được đồng đều thì các thiết bị bức xạ phải có cơ cấu phản xạ như pha đèn.

Ứng dụng :

- để sấy sản phẩm có độ ẩm thấp (ví dụ : ca cao, bột mì, lúa, malt, sản phẩm bột nhào, trà...).

Sản phẩm di chuyển bằng băng chuyền qua hầm phía dưới một dãy nguồn bức xạ. Tuy nhiên, bức xạ hồng ngoại không được sử dụng rộng rãi như là nguồn nhiệt duy nhất để

sấy những sản phẩm dạng viên cục lớn do nó không xâm nhập sâu vào bên trong sản phẩm.

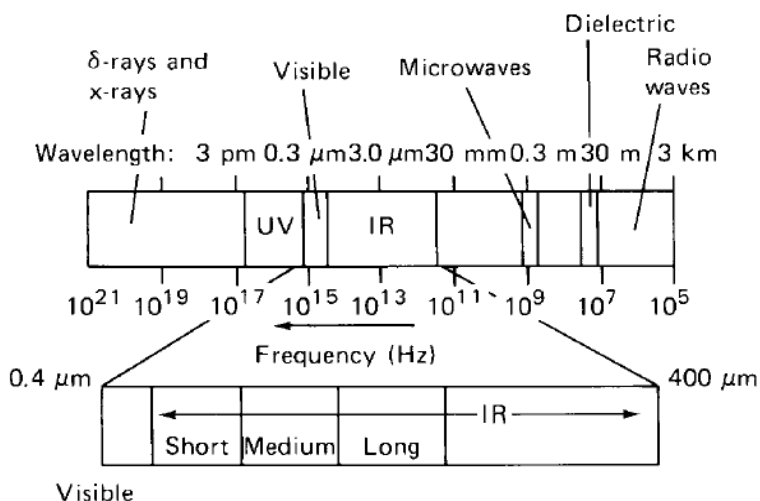
- Năng lượng bức xạ cũng thường được dùng ở các máy sấy băng chuyền chân không và buồng sấy chân không, trong sấy thăng hoa, trong các lò vi sóng sử dụng trong nội trợ để làm sẫm màu thực phẩm.

2.6.6 Sấy bằng điện trường dòng cao tần (dielectric)

Vị trí của sóng điện trường dòng cao tần, vi sóng (microwave) trên hình 2.23.

Chúng có tần số từ 1-100 MHz hoặc từ 300 MHz đến 300 GHz đối với vi sóng.

Theo thoả thuận quốc tế, tần số được dùng đun nóng được sử dụng là 915 Mhz (hoặc 896 MHz ở châu Âu) và 2450 MHz.



Hình 2.24 : Thang sóng điện trường

Quá trình làm nóng bằng điện trường dòng cao tần

Phần lớn thực phẩm có chứa một lượng nước đáng kể. Cấu trúc phân tử nước gồm có oxy mang điện tích âm và 2 nguyên tử hydro mang điện tích dương, hình thành nên lưỡng cực. Khi thực phẩm được đặt vào trong một điện trường dòng cao tần, lưỡng cực của phân tử nước và một vài thành phần ion như muối ăn cố định hướng chúng trong trường (tương tự như nam châm trong từ trường). Do trường điện tích dao động rất nhanh thay đổi từ dương sang âm và ngược lại hàng triệu lần trong một giây, các lưỡng cực này cố thay đổi theo và quá trình này tạo ra nhiệt ma sát. Sự tăng nhiệt độ của các phân tử nước làm nóng các cấu tử xung quanh nhờ quá trình dẫn nhiệt hoặc có thể đối lưu.

Nhiệt lượng sinh ra phụ thuộc chủ yếu vào hàm lượng nước và muối trong nguyên liệu.

Năng lượng hấp thụ P(W/cm³) được xác định bằng công thức :

$$P = 55.61 \times 10^{-14} \times f E_f \epsilon''$$

Trong đó : f là tần số bức xạ (Hz)

E_f : lực điện trường (V/cm)

ε'' : loss factor (LF)

LF phụ thuộc vào độ ẩm, nhiệt độ, trạng thái đóng băng hay không và cũng phụ thuộc vào tần số bức xạ.

Chiều sâu bức xạ xâm nhập được xác định bằng công thức :

$$\left[D = \frac{\lambda_0}{2\pi(\epsilon'')^{1/2}} \right] \quad (2.24)$$

Trong đó : λ_0 : bước sóng.

Tần số và LF càng thấp, chiều sâu xâm nhập càng lớn.

Nước có LF cao, nên hấp thụ bức xạ tốt.

Nước đóng băng có LF thấp, thuỷ tinh, giấy và các loại bao polyme có LF thấp, vì vậy không bị đun nóng bằng vi sóng.

Kim loại phản xạ sóng điện trường dòng cao tần, vì vậy làm tăng hiệu quả năng lượng của thiết bị.

Ưu điểm : khắc phục những nhược điểm của sấy đối lưu :

- tốc độ truyền nhiệt chậm, do độ dẫn nhiệt của nguyên liệu khô kém.
- hư hại các giá trị cảm quan và dinh dưỡng do thời gian sấy lâu và quá nhiệt ở bề mặt.
- oxy hoá các sắc tố và vitamin
- gây hiện tượng cứng vỏ.

Sấy điện trường dòng cao tần ngăn ngừa sự hư hại bề mặt, cải tiến sự truyền ẩm ở giai đoạn sau của quá trình sấy và loại bỏ hiện tượng cứng vỏ. Bức xạ chỉ làm nóng những vùng ẩm, không ảnh hưởng đến những vùng khác. Không cần phải đun nóng lượng lớn không khí và sự oxy hoá được hạn chế tối thiểu.

Nhược điểm : chi phí đầu tư lớn, quy mô nhỏ nên chỉ giới hạn ứng dụng của nó để sấy kết thúc sản phẩm.

Ví dụ : trong sấy bột nhào : sấy sơ bộ đến 18 % bằng đối lưu, sau đó kết hợp sấy đối lưu với sấy vi sóng để giảm ẩm đến 13 %, nhờ đó thời gian sấy rút ngắn từ 8h xuống còn 90 phút.

Trong sấy thăng hoa, tốc độ truyền nhiệt đến bề mặt thăng hoa kém được khắc phục bằng việc sử dụng vi sóng. Tuy nhiên cần kiểm soát điều kiện sấy để tránh tan băng cục bộ gây ra việc tan chảy dây chuyền làm kết thúc quá trình thăng hoa.

2.7 CHỌN LỰA MÁY SẤY

2.7.1 Cơ sở cho việc chọn lựa máy sấy

Muốn chọn máy sấy thích hợp nhất cho một nguyên liệu nhất định từ nhiều loại máy sấy, cần phải xem xét tất cả các thông số quan trọng đối với quá trình làm việc của máy sấy.

- **Tính chất vật liệu sấy :**

Rất ít máy sấy thích hợp cho nhiều loại sản phẩm sấy có hình dạng khác nhau. Việc chọn lựa máy sấy phụ thuộc vào : hình dáng, kích thước và thành phần hoá học của vật liệu sấy, dạng vật liệu (dạng lát, dạng cục, dạng bột, dạng đặc, dạng lỏng...). Ngoài ra cần biết

sự thay đổi hình dạng và trạng thái của vật liệu trong quá trình sấy như sự co dúm, sự rạn nứt, sự phân lớp...tính chất nào bị thay đổi mạnh nhất.

Hình dạng, kích thước

+ Đối với nguyên liệu giàu tinh bột, lớp sấy dày (thường sấy chậm) : sử dụng phòng sấy, hầm sấy, tháp sấy...

+ Đối với vật liệu rời, nhỏ và lớp sấy mỏng : sử dụng máy sấy nhanh, như máy sấy phun, máy sấy khí động, hoặc máy sấy trục lăn. Để sấy nhanh người ta có thể làm nhỏ, làm mỏng vật liệu trước khi sấy. Đối với lớp sấy mỏng : có thể sử dụng máy sấy bức xạ.

Có thể sử dụng những máy sấy có kết cấu cơ học đặc biệt để phân bố đều vật liệu sấy, ví dụ : máy sấy cánh đảo, máy sấy thùng quay, máy sấy đĩa quay...Có thể kết hợp máy sấy với máy nghiền trục vít.

Tính chất ẩm :

+ Để bốc ẩm tự do : dùng những máy sấy tuần hoàn để tiết kiệm năng lượng (có thể tách ẩm tự do và ẩm dính ướt nhanh nhất bằng ly tâm và ép).

Đối với vật liệu keo : có thể sử dụng những máy sấy nhanh, sau khi nguyên liệu được xử lý thành dạng bột hoặc lớp sấy mỏng.

+ Để tách nước liên kết người ta thường sử dụng máy sấy, mà ở đó sản phẩm sấy chịu được nhiệt độ cao hơn.

+ Người ta cũng cần chú ý đến độ ẩm ban đầu và ban cuối của sản phẩm.

Nếu độ ẩm cuối của sản phẩm sấy được phép còn lại tương đối cao : có thể sử dụng máy sấy nhanh.

Nếu độ ẩm cuối của sản phẩm bé : thời gian sấy lâu nên máy sấy cần cho phép kéo dài thời gian sấy của nó.

Có thể phối hợp 2 máy sấy, ví dụ : đối với sản phẩm dạng rời có thể kết hợp máy sấy khí động tác dụng nhanh với máy sấy thùng quay tác dụng chậm. Đối với sản phẩm dạng pasta có thể kết hợp máy sấy trục lăn với máy sấy băng tải.

Sự nhạy cảm với nhiệt độ của sản phẩm sấy

Những vật liệu cho phép sử dụng nhiệt độ cao : có thể dùng loại máy sấy có tác nhân sấy là khói lò.

Tiết gia súc, các chất chiết từ động thực vật cần phải sấy ở trạng thái ôn hoà, để giữ lại những tính chất có giá trị của nó.

Trong máy sấy phun và sấy khí động, sản phẩm chỉ lưu lại thời gian rất ngắn nên được phép sử dụng nhiệt độ cao hơn so với sấy hầm.

Trong tất cả những máy sấy phổ biến thì những máy sấy đôi lưu kiểm soát nhiệt độ của sản phẩm sấy tốt nhất, vì có thể dễ dàng điều chỉnh trạng thái không khí thích hợp.

Trong máy sấy tiếp xúc, sản phẩm sấy nhận nhiệt độ của bề mặt bị đun nóng ở những chỗ tiếp xúc, bởi vậy chỉ sử dụng đối với những sản phẩm nhạy cảm với nhiệt độ, quá trình

sấy xảy ra rất nhanh Không sử dụng máy sấy bức xạ đối với những sản phẩm nhạy cảm với nhiệt độ, vì sản phẩm dễ bị đun nóng cục bộ gây nguy hiểm cho sản phẩm.

Đối với một số sản phẩm cần chú ý đến sự nhạy cảm về sức căng, dễ bị co ngót, nứt nẻ trong quá trình sấy dưới tác dụng sức căng cơ học mạnh : có thể sử dụng máy sấy đối lưu cho phép điều chỉnh được các thông số sấy thích hợp với từng loại sản phẩm sấy. Trong một số trường hợp có thể sử dụng những phương pháp sấy đặc biệt : sấy bằng dòng điện cao tần, sấy chân không và sấy thăng hoa.

Đối với một số sản phẩm không được phép sử dụng tác nhân sấy là khói lò, những sản phẩm dễ bị oxy hoá, bị cháy : sử dụng máy sấy chân không hoặc máy sấy dùng khí tro tuần hoàn.

Đối với những sản phẩm có tác dụng ăn mòn máy sấy : cần sấy trong những máy sấy có cấu tạo chống ăn mòn.

- Năng suất sản phẩm :

Đối với năng suất nhỏ và loại sản phẩm thay đổi hình dạng : thường sử dụng loại máy sấy làm việc gián đoạn.

Đối với năng suất lớn, nguyên vật liệu đồng nhất thường dùng máy sấy làm việc liên tục.

- Tính chất sản phẩm sau khi sấy :

Thường giá trị thương mại của sản phẩm phụ thuộc vào cảm quan và độ đồng đều. Sản phẩm không được khác biệt nhiều về chất lượng và độ ẩm, nếu độ ẩm chưa đạt yêu cầu cần phải được sấy lại. Sản phẩm cần được đóng gói và trang trí bao bì theo khối lượng nhất định để tiện lợi cho người sử dụng. Cấu tạo của máy sấy có thể ảnh hưởng đến tính chất nói trên.

- Khắc phục bụi và ngưng tụ hơi nước :

Đối với những máy sấy, đặc biệt là máy sấy đối lưu thường dùng không khí làm tác nhân sấy, dòng không khí mang theo những phần tử nhỏ tạp chất và sản phẩm sấy và bụi này được thải ra môi trường xung quanh. Với những sản phẩm sấy sử dụng khối lượng không khí ít hoặc vận tốc không khí nhỏ thì ít sinh ra bụi, ví dụ : các loại máy sấy tiếp xúc, thì có thể không xử dụng bộ phận tách bụi. Ngược lại, người ta cần phải làm sạch bụi của không khí khi đi ra khỏi máy sấy đối với những máy sấy gây ra bụi nhiều.

Đối với vật liệu sấy chứa hàm ẩm cao, hơi nước sinh ra trong quá trình sấy có thể ngưng tụ, làm ướt cục bộ sản phẩm sấy, gây hư hại hoặc giảm chất lượng sản phẩm trong quá trình bảo quản. Để khắc phục hiện tượng này người ta có thể dùng quạt hút ở cuối máy sấy hoặc bảo ôn xung quanh máy sấy, đặc biệt khi máy sấy làm việc lúc trời mưa và thời tiết mùa đông.

- Làm vệ sinh máy sấy :

Trong quá trình làm việc của máy sấy, những phần tử rất nhỏ của tạp chất và sản phẩm sấy, ngay cả một phần sản phẩm sấy bám chặt một số vị trí bên trong máy sấy, ngăn cản

quá trình sấy và nếu để lâu sẽ sinh ra những khối vi sinh vật cục bộ. Vì vậy cấu tạo của máy sấy phải đảm bảo việc vệ sinh máy sấy được dễ dàng và nhanh chóng.

- Diện tích hoạt động của máy sấy

Diện tích hoạt động phụ thuộc vào loại máy sấy : những máy sấy dùng calorife bằng điện cần diện tích hoạt động nhỏ hơn máy sấy dùng calorife hơi nước hoặc lò đốt.

Ngày nay người ta thường sử dụng các máy sấy hoạt động theo chiều cao, ưu điểm của loại này chiếm diện tích hoạt động nhỏ, có thể khắc phục bụi dễ dàng.

- Nhu cầu về năng lượng :

Bao gồm nhu cầu về nhiệt để bốc ẩm của vật liệu sấy và nhu cầu về điện dùng cho động lực (quạt, vận chuyển...). Nói chung những máy sấy tiếp xúc có nhu cầu năng lượng thấp còn máy sấy đối lưu và những máy sấy đun nóng sản phẩm bằng nhiều con đường (hỗn hợp) có nhu cầu năng lượng cao, vì vậy nên sử dụng chế độ nhiệt độ không khí sấy thấp đối với những máy sấy này.

- Giá thành sấy :

Giá thành sấy quyết định cuối cùng để chọn máy sấy.

Đối với những sản phẩm có giá trị cao người ta có thể sử dụng những máy sấy hiện đại dùng năng lượng điện, hơi nước, khí đốt hoặc nhiên liệu lỏng.

Đối với những sản phẩm rẻ tiền, giá trị thấp có thể sử dụng các máy sấy đơn giản với nguồn nhiên liệu rẻ tiền.

Những máy sấy làm việc gián đoạn yêu cầu vốn cố định tương đối thấp, nhưng đòi hỏi nhiều người phục vụ, tiêu tốn năng lượng lớn. Những máy sấy làm việc liên tục thì ngược lại.

Máy sấy chân không đòi hỏi vốn cố định và vốn lưu động cao hơn máy sấy làm việc ở áp suất thường, nhưng nó tạo ra những sản phẩm có chất lượng tốt hơn.

Phương pháp sấy đất nhất là sấy thăng hoa và sấy bằng điện trường cao tần. Các phương pháp này thường chỉ sử dụng đối với sản phẩm cao cấp, yêu cầu chất lượng đặc biệt.

2.7.2 Phương pháp chọn

Bước tiếp theo là tiến hành thử nghiệm các thông số cần biết.

Những hãng chế tạo lớn có uy tín, thường có phòng thử nghiệm để thực hiện những thử nghiệm cho khách hàng. Trong quá trình thử nghiệm có đại diện của khách hàng tham gia. Khách hàng phải biết những yêu cầu về chất lượng sản phẩm, những chi tiết về kế hoạch sản xuất và có thể đánh giá được chất lượng của sản phẩm sấy sau này có thể đúng như kết quả đã thử nghiệm hay không.

Sau khi đánh giá kết quả thử nghiệm, những thông số về kỹ thuật, kích thước và cấu tạo đặc biệt của máy sấy được xác định, người chế tạo chỉ dẫn về giá cả, nhu cầu nhiệt và năng suất của máy sấy.

Để lựa chọn một cách dễ dàng : so sánh với chi phí của một loại máy sấy đã được sử dụng tốt.

Ở đây người ta cần phải tính thêm vào chi phí về đóng kiện, vận chuyển, thuế, lắp đặt và nhà bao che. Từ đó có thể tính chi phí sản xuất như : khấu hao, điều khiển, an toàn, chi phí năng lượng, động lực, nước làm nguội động lực, vận hành, bảo quản, quản lý và cuối cùng là giá thành sấy và lãi.

Một số máy sấy có giá thành sấy thấp do những trang bị đặc biệt như : tiết kiệm năng lượng, tận dụng phế liệu, máy phân loại và đóng gói với chi phí thấp nhất. Để so sánh một cách trọn vẹn người ta còn phải đánh giá : chất lượng của sản phẩm sau khi sấy, tổn thất chất khô, tổn thất chất hoà tan và các tổn thất khác; chi phí về các trang bị phụ : hệ thống cấp liệu và hút bụi v.v...

Sự khác nhau lớn trong những vấn đề nói trên có thể làm tăng giá thành sấy.

2.8 TÍNH TOÁN THIẾT BỊ SẤY

2.8.1 YÊU CẦU TÍNH TOÁN

Các yêu cầu cơ bản của một thiết bị sấy là có khả năng bốc âm cao nhất, sản phẩm sấy khô đều, đảm bảo chất lượng sản phẩm, có đủ những điều kiện để theo dõi và điều chỉnh các thông số của quá trình sấy một cách dễ dàng, có khả năng thích ứng với các dạng sản phẩm khác nhau...nhưng đồng thời phải kinh tế nhất.

Các yêu cầu này phụ thuộc vào mục đích của sản phẩm sấy, chế độ sấy, cấu tạo của thiết bị sấy và một số thông số lựa chọn trong khi tính toán. Vì vậy khi tính toán thiết bị sấy phải chú ý đến loại thiết bị sấy, chọn chế độ sấy và phương thức sấy thích hợp nhất.

Khi tính toán thiết bị sấy ta cần biết hoặc chọn các số liệu sau :

- Về thiết bị : Năng suất loại tác nhân sấy (không khí nóng, nước nóng, khói lò...) phương thức cung cấp nhiệt (đôi lưu, tiếp xúc...) cách đun nóng tác nhân sấy (loại calorife) phương thức tuần hoàn của tác nhân sấy (cưỡng bức, tự nhiên...)

- Về sản phẩm sấy : Độ ẩm ban đầu và ban cuối, nhiệt độ cho phép cực đại, thành phần nhạy cảm nhất đối với nhiệt, khối lượng riêng, nhiệt dung riêng, kích thước lớn nhất, bé nhất của sản phẩm sấy.

- Về chế độ sấy : các thông số của không khí bên ngoài và của tác nhân sấy, nhiệt độ đun nóng cho phép cực đại độ ẩm, vận tốc của tác nhân, thời gian sấy, nhiệt độ vào và ra của tác nhân sấy...

Ngoài những số liệu cho trước theo yêu cầu của thiết kế, nhưng cũng có số liệu người thiết kế phải tự chọn phù hợp với điều kiện cụ thể. Nội dung tính toán gồm các phần cơ bản sau : - Phần chung : lựa chọn máy sấy và phương thức sấy.

2.8.2 PHẦN TÍNH TOÁN : NỘI DUNG TÍNH TOÁN

- 1) Tính các kích thước cơ bản của máy sấy.
- 2) Tính hàm lượng ẩm bay hơi từ sản phẩm sấy.
- 3) Tính lượng không khí tiêu tốn cho quá trình sấy.
- 4) Tính lượng nhiệt cho quá trình sấy :
 - Nhiệt tiêu tốn cho quá trình bốc ẩm.
 - Nhiệt tiêu tốn để đun nóng sản phẩm từ nhiệt độ t_0 đến t_1 .
 - Nhiệt tổn thất ra môi trường xung quanh.
- 5) Tính toán hệ thống đun nóng tác nhân sấy :
 - Tác nhân sấy là không khí nóng, dùng calorife hơi nước :
 - + Tính bề mặt truyền nhiệt.
 - + Chọn loại calorife và số lượng.
 - + Tính lượng hơi nước tiêu tốn cho quá trình sấy.
 - Tác nhân sấy là không khí nóng, dùng calorife lò đốt :
 - + Tính bề mặt truyền nhiệt.
 - + Tính kích thước calorife lò đốt.
 - + Tính kích thước lò đốt.
 - + Tính lượng nhiên liệu tiêu tốn.
 - Tác nhân sấy là không khí nóng, dùng calorife điện trở :
 - + Chọn và tính kích thước của dây điện trở.
 - + Tính kích thước của calorife điện trở.
 - + Tính công suất điện tiêu thụ.
 - Tác nhân sấy là khói lò :
 - + Tính kích thước lò đốt.
 - + Tính kích thước của phòng lắng bụi và trộn khí.
 - + Tính nhiên liệu tiêu tốn.
 - Tác nhân sấy là nước nóng :
 - + Tính bề mặt truyền nhiệt.
 - + Tính hoặc chọn vận tốc nước nóng đi trong bộ phận truyền nhiệt.
 - + Tính khối lượng nước nóng và hệ thống đổi lưu.
 - + Tính lượng nhiên liệu tiêu tốn để đun nước nóng.
- 6) Tính hệ thống thông thoáng cho quá trình sấy.
 - Thông thoáng cưỡng bức (dùng quạt).
 - + Vẽ sơ đồ hệ thống quạt.
 - + Tính hoặc chọn năng suất của quạt

(bằng lượng không khí dùng cho quá trình sấy).

+ Tính áp suất của quạt : áp suất động học và tĩnh học.

+ Chọn loại quạt (dựa năng suất và áp suất).

+ Tính công suất quạt.

- Cường bức bằng hệ chân không :

+ Tính trở lực và chọn bơm chân không, độ chân không.

- Thông thoáng tự nhiên :

+ Tính chiều cao ống thoát ẩm

(vận tốc thông thoáng tự nhiên 0,4-0,6 m/s)

7) Tính toán thiết bị phụ :

- Tính các dụng cụ chứa nguyên vật liệu sấy.

- Các cơ cấu đưa nguyên liệu vào và ra.

- Phương tiện vận chuyển trong quá trình sấy.

- Điều khiển và tự động hoá...

Trên đây là nội dung cụ thể cần tính toán, nhưng về trình tự để tính toán thì tùy trường hợp cụ thể ta bố trí thích hợp cho từng loại thiết bị và phương thức sấy.

2.8.3 MỘT SỐ CÔNG THỨC CƠ BẢN TRONG TÍNH TOÁN THIẾT BỊ SẤY

Tính lượng ẩm cần bốc hơi từ nguyên liệu sấy:

$$\Delta W = m_1 \cdot \frac{w_1 - w_2}{100 - w_1} = m_2 \cdot \frac{w_1 - w_2}{100 - w_2} \quad (2.25)$$

Trong đó : m_1 - khối lượng nguyên vật liệu đưa vào sấy (kg/h)

m_2 - khối lượng sản phẩm sau khi sấy (kg/h)

w_1, w_2 - độ ẩm đầu và cuối của sản phẩm sấy (%)

Tính lượng không khí cần thiết dùng làm tác nhân sấy cho 1 kg ẩm bốc hơi:

$$l = \frac{1000}{X_3 - X_0} \quad (\text{kg KKK/Kg ẩm bốc hơi}) \quad (2.26)$$

Ở đây, X_3 : hàm ẩm của không khí sau khi sấy (g/kg KKK)

X_0 : hàm ẩm ban đầu của không khí trước khi vào bộ phận đun nóng (calorife) (g/kg KKK).

Tính nhiệt lượng cần thiết dùng cho quá trình sấy:

Nhiệt lượng dùng để cung cấp cho 1 kg ẩm bốc hơi :

$$q = l \cdot (0,24 + 0,00047 \cdot X_0) \cdot (t_1 - t_0) \quad (\text{kcal/kg ẩm bốc hơi}) \quad (2.27)$$

hoặc $q = l \cdot (I_3 - I_0) \quad (2.28)$

Trong đó, t_0 (°C): nhiệt độ ban đầu của không khí

t_1 (°C) : nhiệt độ của không khí đi vào thiết bị sấy

l (kg KKK/kg ẩm bốc hơi): lượng không khí cần thiết dùng làm tác nhân sấy.

Lượng không khí cần thiết tiêu tốn trong một giờ:

$$L = W.l \quad (\text{kg/h}) \quad (2.29)$$

Lượng nhiệt cần thiết tiêu tốn trong một giờ:

$$Q_1 = W.q \quad (\text{kcal/h}) \quad (2.30)$$

Chú ý: trạng thái ban đầu và trạng thái cuối của không khí sấy có thể giả thiết sát với điều kiện thực tế để tính toán. Nó phụ thuộc vào thời tiết. Nếu chọn điều kiện mùa đông sẽ cho tiêu tốn nhiệt cực đại, nếu chọn mùa hè sẽ cho tiêu tốn nhiệt thấp nhất.

Nhiệt tiêu tốn dùng để đun nóng sản phẩm sấy từ nhiệt độ t_0 đến t_1 :

$$Q_2 = m_1 \cdot C_{sp} \cdot (t_{1b} - t_0) \quad (\text{kcal/h}) \quad (2.31)$$

Trong đó, m_1 : khối lượng nguyên liệu ban đầu đưa vào sấy (kg/h)

C_{sp} : nhiệt dung riêng của nguyên liệu (kcal/kg.°C), lấy trung bình của C_{sp} vào và C_{sp} ra, hoặc

$$C_{sp} = \frac{C_{ck} \cdot (100 - w) + C_n \cdot w}{100} \quad (\text{kcal/kg.}^\circ\text{C}) \quad (2.32)$$

t_0 : nhiệt độ ban đầu của nguyên liệu sấy (°C)

t_{1b} : nhiệt độ đun nóng cho phép nguyên liệu sấy, lấy bằng t_{0tb} của không khí sấy (°C)

Nhiệt lượng của calorife cần cung cấp :

$$Q_{cal} = Q_1 + Q_2 + Q_{tt} \quad (\text{kcal/h}) \quad (2.33)$$

Trong đó, Q_{tt} : nhiệt lượng tổn thất trong quá trình sấy bao gồm nhiệt tổn thất ra môi trường chung quanh, đun nóng thiết bị sấy và các tổn thất khác. Theo nhiều tài liệu nghiên cứu, nếu thiết bị sấy không có bảo ôn bên ngoài có thể lấy bằng từ 8-12 % nhiệt lượng dùng để sấy theo lý thuyết, tức là Q_1 .

Xác định hệ số năng lượng hữu ích của thiết bị sấy

$$\eta_{hi} = \frac{q_{hi}}{q_{sd}} \quad (2.34)$$

Trong đó, q_{hi} : nhiệt hữu ích thực tế dùng cho quá trình sấy và được tính theo công thức sau:

$$q_{hi} = r \cdot \frac{X_3 - X_1}{1000} \quad (\text{kJ/kg KKK}) \quad (2.35)$$

r : nhiệt hoá hơi của nước, được xác định theo nhiệt độ trung bình của sản phẩm sấy, nghĩa là $t_{tb} = (t_1 - t_2)/2$

t_1, t_2 : nhiệt độ đầu và cuối của sản phẩm sấy (°C)

q_{sd} : nhiệt lượng tiêu tốn thực tế sử dụng cho quá trình sấy và được tính theo công thức:

$$q_{sd} = C_{tb} \cdot (t_1 - t_0) \quad (\text{kJ/kg KKK}) \quad (2.36)$$

Trong đó C_{tb} : tỷ nhiệt trung bình của không khí, được tính theo công thức sau:

$$C_{tb} = C_{KKK} + C_{hn}$$

$$= 0,24 + 0,00047.X_0 \quad (\text{kcal/kg.}^\circ\text{C}) \quad (2.37)$$

C_{KKK} : tỷ nhiệt của không khí khô.

C_{hm} : tỷ nhiệt của hơi nước.

Vậy,
$$\eta_{\text{hi}} = \frac{r.(X_3 - X_1)}{C_{\text{tb}}.(t_1 - t_0).1000} \quad (2.38)$$

Nếu tính tất cả theo 1 kg ẩm bốc hơi, ta có công thức gần đúng:

$$\eta_{\text{hi}} \cong \frac{r}{q_{\text{calorife}}} \quad (2.39)$$

Hệ số hữu ích của nhiên liệu cháy (cháy tốt hay xấu) được xác định theo công

thức:
$$\eta_t \cong \frac{C_{\text{tb}}.(t_1 - t_0)}{B_y.Q_H^P} \quad (2.40)$$

B_y : tổn thất riêng của nhiên liệu cho 1 kg không khí khô:

$$B_y = \frac{B}{L} \quad (2.41)$$

B : lượng nhiên liệu tiêu tổn (kg/h)

L : lượng không khí tiêu tổn cho quá trình sấy (kg KKK/h). Từ đó suy ra:

$$\eta_{\text{hi}} = \frac{r.(X_3 - X_1)}{\eta_t.B_y.Q_H^P.1000} \quad (2.42)$$

Q_H^P : nhiệt trị trung bình của nguyên liệu (kcal/kg).

Vậy hệ số hữu ích chung của thiết bị sấy sẽ là:

$$\eta_{\text{chung}} = \eta_{\text{hi}}.\eta_t = \frac{r.(x_2 - x_1)}{B_y.Q_H^P.1000} \quad (2.43)$$

$$\text{hoặc } \eta_{\text{chung}} = \frac{r.(x_2 - x_1).L}{B.Q_H^P.1000} \quad (2.44)$$

Trong đó,
$$L = \Delta W \cdot \frac{1000}{X_2 - X_1}$$

Vậy,
$$\eta_{\text{chung}} = \frac{r.\Delta W}{B.Q_H^P} \quad (2.45)$$

Trong đó, r : nhiệt hoá hơi của nước, phụ thuộc vào nhiệt độ và áp suất khí quyển. Nếu ở điều kiện áp suất thường và khoảng nhiệt độ từ 0-100 °C, $r = 595$ kcal/kg.

Tính lượng nhiên liệu cần thiết cho quá trình sấy, tức là Q_{cal} :

$$B = \frac{Q_{\text{cal}}}{Q_H^P.\eta} \quad (2.46)$$

Trong đó, η : độ tác dụng của lò đốt; đối với mùa đông khoảng 0,85 và mùa hè 0,9.

CHƯƠNG III: CÔNG NGHỆ SẤY NÔNG SẢN, THỰC PHẨM VÀ THỨC ĂN GIA SÚC

3.1 ẢNH HƯỞNG CỦA QUÁ TRÌNH SẤY ĐẾN CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM

Tất cả sản phẩm đều chịu thay đổi trong quá trình sấy và bảo quản sau đó. Yêu cầu đặt ra đối với quá trình sấy là bảo vệ tới mức tốt nhất chất lượng, hạn chế những hư hại trong quá trình sấy, bảo quản, đồng thời nâng cao hiệu quả kinh tế một cách tốt ưu nhất.

Xét về bản chất, trong những thay đổi trong quá trình sấy có thể chia ra:

- Những thay đổi lý học: nứt mẻ, gãy vỡ...
- Những thay đổi hoá lý: trạng thái tính chất của những keo cao phân tử bị thay đổi.

- Những thay đổi hoá sinh: do sự oxy hóa của chất béo, phản ứng sẫm màu phi enzim, phản ứng enzim...

- Những thay đổi do vi sinh vật

Những thay đổi đó đã làm thay đổi cấu trúc, mùi vị, màu sắc, giá trị dinh dưỡng và có ảnh hưởng đến tính hồi nguyên của sản phẩm sau khi sấy.

3.1.1 Ảnh hưởng đến cấu trúc

Thay đổi về cấu trúc của các loại thực phẩm rắn là một trong những nguyên nhân quan trọng làm giảm chất lượng sản phẩm.

Bản chất và mức độ của các biện pháp xử lý rau quả trước khi sấy đều có ảnh hưởng đến cấu trúc của sản phẩm sau khi hồi nguyên. Nguyên nhân là do sự hồ hoá của tinh bột, sự kết tinh của xenluloza và sự hình thành các sức căng bên trong do khác biệt về độ ẩm ở các vị trí khác nhau. Kết quả là sự tạo thành các vết nứt, gãy, các tế bào bị nén ép và vận vẹo vĩnh viễn, làm cho sản phẩm có bề ngoài bị co ngót và nhăn nheo. Trong quá trình làm ướt trở lại, sản phẩm hút nước chậm và không lấy lại được cấu trúc cứng như ban đầu.

Các sản phẩm khác nhau có sự dao động đáng kể về mức độ co ngót và khả năng hấp thụ nước trở lại. Sấy nhanh và ở nhiệt độ cao làm cho cấu trúc bị thay đổi nhiều hơn so với sấy với tốc độ vừa phải ở nhiệt độ thấp.

Trong quá trình sấy, các chất hoà tan di chuyển theo nước từ bên trong ra bề mặt bên ngoài của sản phẩm. Quá trình bay hơi nước làm cô đặc các chất tan ở bề mặt kết hợp với nhiệt độ cao của không khí (đặc biệt khi sấy trái cây, cá, thịt) gây ra các phản ứng lý hoá phức tạp của các chất tan ở bề mặt và hình thành nên lớp vỏ cứng không thấm được. Hiện tượng này gọi là hiện tượng "cứng vỏ" (case hardening), làm giảm tốc độ sấy và

làm cho sản phẩm có bề mặt khô, nhưng bên trong thì ẩm. Vì vậy cần kiểm soát điều kiện sấy để tránh chênh lệch ẩm quá cao giữa bên trong và bề mặt sản phẩm.

Đối với các sản phẩm dạng bột các đặc tính về cấu trúc của chúng liên quan đến dung lượng và tính hồi nguyên. Dung lượng của sản phẩm bột phụ thuộc vào kích cỡ, bản chất rỗng hay đặc của các hạt và được quyết định bởi bản chất, thành phần của sản phẩm và điều kiện sấy.

Tính dễ chảy của khối bột phụ thuộc vào hàm lượng béo. Các nguyên liệu ít béo (như nước ép trái cây, khoai tây và cà phê) cho ra bột dễ chảy hơn là các sản phẩm nhiều béo như trứng nguyên quả hoặc chiết xuất từ thịt.

Bột có thể được làm "hoà tan hoá" bằng cách xử lý các hạt rời sao cho chúng dính với nhau và kết cục thành khối dễ chảy. Khi làm ướt trở lại, nước dễ dàng thấm qua bề mặt của mỗi cục bột, làm vỡ các hạt bột ra và giúp các hạt bột phân tán nhanh trong chất lỏng. Quá trình này liên quan đến những đặc tính của khối bột: độ thấm ướt, độ chìm, độ phân tán và độ hoà tan. Một loại bột được gọi là "hoà tan" nếu nó hoàn thành quá trình tan như trên trong vòng vài giây.

Việc kết cục các hạt có thể thực hiện bằng cách: làm ẩm trở lại các hạt sản phẩm trong hơi nước có áp suất thấp. Có thể sử dụng các thiết bị làm kết cục kiểu tầng sôi, phân lực, đĩa, nón hoặc băng chuyền. Ở phương pháp khác, việc kết cục có thể thực hiện trực tiếp trong quá trình sấy phun khi bột tương đối ẩm được kết cục và sấy trong máy sấy tầng sôi gắn kèm. Có thể sử dụng các tác nhân kết dính (ví dụ lecithin) để liên kết các hạt lại với nhau. Phương pháp này trước đây được sử dụng cho thực phẩm có hàm lượng béo cao (ví dụ: sữa bột nguyên kem), nhưng hiện nay phần lớn đã được thay thế bằng các phương pháp khác.

Đối với thị trường bán lẻ, sự tiện lợi của bột được hoà tan hoá được đặt lên trên chi phí cho quá trình sản xuất, đóng gói và vận chuyển. Tuy nhiên đối với nhiều thực phẩm dạng bột là bán thành phẩm cho các quá trình sản xuất khác, yêu cầu đặt ra là chúng phải có dung lượng lớn và kích cỡ hạt khác nhau, để các hạt nhỏ làm đầy chỗ trống giữa các lỗ lớn, như thế có thể loại đi không khí, kéo dài thời gian bảo quản.

Các đặc tính của một số thực phẩm sấy dạng bột được đưa ra ở bảng dưới.

Bảng 3.1 : Dung lượng và độ ẩm của một số sản phẩm sấy dạng bột

Sản phẩm	Dung lượng (kg.m ⁻³)	Độ ẩm (%)
Ca cao	480	3-5
Cà phê (nghiên)	330	7
Cà phê (hoà tan)	330	2.5
Cà phê kem	470	3
Tinh bột ngô	560	12
Trứng, nguyên quả	340	2-4
Sữa bột tách béo	640	2-4
Sữa bột tách béo hoà tan	550	2-4
Muối hạt	960	0.2
Đường hạt	800	0.5
Bột mì	450	12

3.1.2 Ảnh hưởng đến mùi vị

Nhiệt làm thất thoát các thành phần dễ bay hơi ra khỏi sản phẩm vì vậy phần lớn các sản phẩm sấy bị giảm mùi vị.

Mức độ thất thoát phụ thuộc vào nhiệt độ và độ ẩm của sản phẩm, áp suất hơi nước và độ hoà tan của các chất bay hơi trong hơi nước.

Những sản phẩm có giá trị kinh tế cao nhờ vào những đặc tính mùi vị (ví dụ như gia vị) cần được sấy ở nhiệt độ thấp.

Một số sản phẩm sấy có kết cấu xốp, tạo điều kiện cho oxy không khí dễ dàng tiếp xúc với sản phẩm, gây ra các phản ứng oxy hoá các chất tan và chất béo trong quá trình bảo quản làm thay đổi mùi vị của sản phẩm.

Tốc độ của quá trình gây hỏng phụ thuộc vào nhiệt độ bảo quản và hoạt độ nước. Sự oxy hoá lipid của sữa sấy gây ra mùi vị ôi thiu, do sự hình thành các sản phẩm thứ cấp như các chất δ -lacton. Phần lớn rau quả chỉ chứa một lượng nhỏ lipid, tuy nhiên sự oxy hoá của các chất béo không no tạo ra các hydroperoxit tham gia tiếp vào các phản ứng polyme hoá, phản ứng tách nước hoặc oxy hoá để tạo thành aldehyt, keton và các axit gây mùi ôi thiu khó chịu.

Có thể hạn chế những sự thay đổi này bằng các phương pháp sau:

- bao gói trong môi trường chân không hoặc khí trơ ví dụ: bảo quản sữa bột trong môi trường có 90 % khí N₂ và 10 % CO₂.
 - bảo quản ở nhiệt độ thấp
 - loại trừ ánh sáng và tia cực tím
 - duy trì hàm ẩm thấp
 - bổ sung các chất chống oxy hoá tổng hợp
 - bảo quản bằng các chất chống oxy hoá tự nhiên: vd: sử dụng chế phẩm enzym glucoza oxidaza
 - sử dụng SO₂, axit ascorbic và axit xitric để ngăn ngừa những thay đổi về mùi vị do các enzym oxy hoá và thủy phân gây nên đối với trái cây.
 - áp dụng phương pháp thanh trùng đối với sữa hoặc nước ép trái cây và các phương pháp chân hấp đối với rau củ.
- Một số phương pháp khác duy trì mùi vị của sản phẩm sấy:
- thu hồi các chất dễ bay hơi và đưa chúng trở lại sản phẩm.
 - liên kết các chất bay hơi với các chất giữ mùi vị, sau đó tạo viên và bổ sung trở lại sản phẩm sấy (ví dụ: bột thịt sấy).
 - bổ sung enzym hoặc kích hoạt các enzym tự nhiên sẵn có để tạo ra các mùi vị từ các tiền chất có trong sản phẩm (ví dụ: hành và tỏi được sấy trong các điều kiện không gây hại đến các enzym tạo mùi vị đặc trưng)

3.1.3 Ảnh hưởng đến màu sắc

Có nhiều nguyên nhân gây ra sự mất màu hay thay đổi màu trong sản phẩm sấy, như là:

- sự thay đổi các đặc trưng bề mặt của sản phẩm gây ra thay đổi độ phản xạ ánh sáng và màu sắc.
- nhiệt và sự oxy hoá trong quá trình sấy gây ra những thay đổi hoá học đối với carotenoid và chlorophyl, cũng như hoạt động của enzym polyphenoloxidaza gây ra sự sẫm màu trong quá trình bảo quản của các sản phẩm rau quả.

Có thể ngăn ngừa được những thay đổi này bằng các phương pháp chân hấp hoặc xử lý trái cây bằng axit ascorbic hoặc SO₂. Tuy nhiên SO₂ làm tẩy trắng anthocyanin và dư lượng SO₂ cũng đang là mối quan tâm về mức độ an toàn đối với sức khoẻ. Hiện nay, nó đã bị cấm sử dụng ở nhiều nước.

Tốc độ của phản ứng sẫm màu Maillard ở sản phẩm sữa và trái cây bảo quản phụ thuộc vào hoạt độ của nước trong sản phẩm và nhiệt độ bảo quản. Tốc độ sẫm màu tăng đáng kể khi nhiệt độ sấy cao, độ ẩm của sản phẩm vượt quá 4-5 % và nhiệt độ bảo quản trên 38 °C.

3.1.4 Ảnh hưởng đến giá trị dinh dưỡng

Các số liệu về sự thất thoát các chất dinh dưỡng của các tác giả khác nhau thường không thống nhất, có thể là do có sự khác nhau đáng kể trong các quá trình chuẩn bị sấy, nhiệt độ và thời gian sấy, cũng như điều kiện bảo quản.

Ở rau quả, thất thoát dinh dưỡng trong quá trình chuẩn bị thường vượt xa tổn thất do quá trình sấy. Ví dụ: thất thoát vitamin C trong quá trình chuẩn bị sấy táo (dạng khối) là 8 % do quá trình cắt gọt, 62 % do chà hấp, 10 % do quá trình nghiền pu rê và 5 % do quá trình sấy.

Vitamin có độ hoà tan trong nước khác nhau và khi quá trình sấy diễn ra, một vài loại (ví dụ: vit B2 riboflavin) đạt trạng thái quá bão hoà và kết tủa khỏi dung dịch, nhờ vậy chúng ít bị tổn thất. Một số khác, ví dụ: axit ascorbic, hoà tan ngay cả khi độ ẩm của sản phẩm hạ xuống đến mức rất thấp, chúng phản ứng với các chất tan với tốc độ càng lúc càng cao hơn trong quá trình sấy. Vitamin C cũng rất nhạy cảm với nhiệt và oxy hoá. Vì thế để tránh những thất thoát lớn cần sấy trong thời gian ngắn, nhiệt độ thấp, bảo quản ở độ ẩm thấp và nồng độ khí oxy thấp. Thiamin (Vit B1) cũng nhạy cảm với nhiệt, tuy nhiên các vitamin khác tan trong nước bền với nhiệt và oxy hoá hơn và tổn thất trong quá trình sấy hiếm khi vượt quá 5-10 %, ngoại trừ thất thoát do quá trình chà hấp.

Sự tổn thất các vitamin có thể hạn chế đáng kể hoặc ngăn ngừa hoàn toàn khi sử dụng các phương pháp sấy nhanh và ôn hoà (như sấy phun), đặc biệt bằng phương pháp sấy thăng hoa đối với các nguyên liệu nghiền nát và nguyên liệu dạng cắt nhỏ.

Các chất dinh dưỡng tan trong chất béo (ví dụ: các axit béo không thay thế và các vitamin A, D, E, K) phần lớn chứa trong phần chất rắn của sản phẩm và chúng không bị cô đặc trong khi sấy. Tuy nhiên nước là dung môi của các kim loại nặng, là những chất xúc tác của quá trình oxy hoá các chất dinh dưỡng không no. Khi nước bị mất đi, chất xúc tác trở nên hoạt động hơn và làm tăng tốc độ oxy hoá. Các vitamin tan trong chất béo bị biến đổi mất đi khi tiếp xúc với peroxit được sinh ra do sự oxy hoá chất béo. Để giảm thất thoát trong quá trình bảo quản người ta hạ thấp nồng độ oxy, nhiệt độ bảo quản và loại trừ ánh sáng tiếp xúc với sản phẩm.

Các giá trị sinh học và độ tiêu hoá của protein trong phần lớn các sản phẩm sấy không thay đổi đáng kể. Tuy nhiên protein của sữa sấy bị biến tính một phần trong quá trình sấy trực lẫn và gây ra việc giảm độ tan của bột sữa và làm mất khả năng kết cục. Sấy phun không ảnh hưởng đến giá trị sinh học của protein sữa. Nhiệt độ bảo quản cao và độ ẩm khoảng trên 5 % làm giảm giá trị sinh học của protein sữa do phản ứng Maillard giữa lyzin và lactoza. Lyzin nhạy cảm với nhiệt và thất thoát trong bột sữa nguyên kem vào khoảng 3-10 % khi sấy phun và 5-40 % khi sấy bằng trực lẫn.

3.1.5 Ảnh hưởng đến sự hồi nguyên sản phẩm (rehydration)

Sản phẩm sau khi sấy không thể trở lại tình trạng ban đầu khi làm ướt trở lại. Sau khi sấy, tế bào bị mất áp suất thẩm thấu, tính thấm của màng tế bào bị thay đổi, các chất tan di chuyển, polysaccharit kết tinh và protein tế bào bị đông tụ, tất cả góp phần vào sự thay đổi cấu trúc, làm thất thoát các chất dễ bay hơi và đây đều là những quá trình không thuận nghịch.

Nhiệt trong quá trình sấy làm giảm khả năng hydrat hoá của tinh bột và tính đàn hồi của thành tế bào, làm biến tính protein, giảm khả năng giữ nước của chúng. Tốc độ và mức độ thấm nước trở lại có thể được dùng như là chỉ số đánh giá chất lượng sản phẩm sấy. Những sản phẩm được sấy trong những điều kiện tối ưu, ít hư hại hơn sẽ thấm ướt trở lại nhanh hơn, hoàn toàn hơn.

3.2 KỸ THUẬT SẤY MỘT SỐ SẢN PHẨM THỰC PHẨM

3.2.1 SẤY ĐƯỜNG TINH THỂ

Quy trình sản xuất đường:

Mía → Xử lý trước khi ép → Lấy nước mía → Làm sạch → Cô đặc → Nấu đường và kết tinh → Tách ly tâm → Sấy.

Đường tuy có hàm lượng ẩm ban đầu nhỏ, nhưng dung dịch bám quanh tinh thể đường thường là dung dịch keo nên dễ làm cho đường vón cục khi đường còn ướt. Để khắc phục hiện tượng này người ta thường dùng sàn rung, sàn này đặt ngay bên dưới máy ly tâm, nó có nhiệm vụ làm toai và làm nguội đường. Việc làm nguội đường có ý nghĩa đặc biệt với đường được rửa bằng hơi nước khi ly tâm, khi đó nhiệt độ có thể từ 70-80 °C, nên việc làm nguội đường sẽ làm bay hơi một phần ẩm đáng kể cho đường.

Sấy là công đoạn cuối cùng trước khi làm nguội và bao gói.

Độ ẩm ban đầu của đường tinh thể không những phụ thuộc vào phương pháp rửa bằng nước hay hơi nước trong quá trình ly tâm, nếu rửa bằng nước thì nó có độ ẩm đầu từ 1-1,7 %, nếu rửa bằng hơi nước thì từ 0,7 đến 1,6 %, mà nó còn phụ thuộc vào tốc độ quay của máy ly tâm. Nếu vận tốc nhỏ hơn 1200 vòng/phút thì độ ẩm của đường có thể từ 2-3,5 %.

Sấy đường nhằm mục đích làm đường khô đạt độ ẩm cuối từ 0,03-0,05 %, làm cho màu sắc của đường trắng, bóng...không bị biến đổi chất lượng khi bảo quản.

Quá trình sấy đường tương đối dễ dàng, vì tinh thể đường không ngậm nước, chủ yếu tách ẩm trên bề mặt tinh thể đường. Đường sấy với nhiệt độ của tác nhân sấy từ 70-90 °C, nếu nhiệt độ vượt quá 100 °C, đường sẽ ngả vàng làm giảm giá trị thương phẩm. Vận tốc không khí sấy từ 0,6-0,8 m/s và thường sấy ngược chiều, sau khi sấy cần làm

nguội đến nhiệt độ trong phòng để tránh hiện tượng ngưng tụ hơi nước trong khối đường đã đóng gói.

Để sấy đường người ta thường dùng máy sấy thùng quay, máy sấy đĩa kiểu đứng, sấy sàn rung hoặc sấy tầng sôi.

Đối với máy sấy đĩa quay kiểu đứng, có ưu điểm diện tích hoạt động và công suất tiêu hao cho động lực nhỏ, nhưng nhược điểm đường thường đọng lại trên các bộ phận trong máy sấy, do đó phải làm vệ sinh luôn.

Máy sấy thùng quay thì đường được đảo trộn và khô đều hơn, đường ít bám vào máy sấy, nhưng nhược điểm chiếm diện tích hoạt động, công suất tiêu hao động lực lớn so với máy kiểu đĩa quay kiểu đứng cùng công suất. Quá trình đảo trộn đường tinh thể dễ bị vỡ, sinh nhiều bụi.

Sấy sàn rung và sấy tầng sôi khắc phục được nhược điểm sinh nhiều bụi của sấy thùng quay. Màu sắc và kích cỡ hạt đường cũng trắng hơn, đẹp hơn. Tuy nhiên chi phí đầu tư cho thiết bị sấy tầng sôi tốn kém hơn và việc vận hành cũng phức tạp hơn.

Khi đường khô thường sinh ra nhiều bụi do các tinh thể đường quá nhỏ nên bị kéo theo trong không khí sấy. Để tránh tổn thất người ta thường dùng bộ phận thu hồi.

Thời gian sấy tùy thuộc vào độ ẩm ban đầu của đường và loại máy sấy có thể dao động trong khoảng 30-45 phút. Thời gian sấy đối với đường rửa bằng hơi nước trong quá trình ly tâm sẽ ngắn hơn so với đường rửa bằng nước.

Hình vẽ 3.1: Hệ thống sấy và làm nguội đường bằng sàn rung

Hình vẽ 3.2: Hệ thống sấy và làm nguội đường kiểu tầng sôi

3.2.2 SẤY TINH BỘT

Tinh bột là thành phần chính của lương thực, chúng là những hợp chất cao phân tử của glucoza, được tổng hợp và tập trung ở một số bộ phận của thực vật như ở hạt, rễ, củ. Những hạt tinh bột ở trong tế bào có một cấu trúc và các chất dẫn xuất đặc trưng tùy từng loại thực vật. Các chất dẫn xuất có từng phần được liên kết hoá học với hạt tinh bột tạo ra các tính chất đặc biệt của các loại tinh bột khác nhau. Đó là những chất như axit phosphoric, axit silic hoặc các chất béo và tương tự béo.

Tinh bột được lấy chủ yếu từ ngô, lúa mì, gạo, sắn v.v...

Đặc điểm chung của quá trình sản xuất tinh bột là nguyên liệu để sản xuất tinh bột trước tiên cần được qua giai đoạn làm sạch khô hoặc ướt để khử các tạp chất, có thể qua các nam châm để khử sắt. Sau đó nguyên liệu sẽ bị phá vỡ cấu trúc tế bào bằng các phương pháp cơ học hoặc kết hợp với phương pháp hoá học (sử dụng hoá chất như SO_2 , NaOH v.v...) trước khi được đưa vào các thiết bị rửa tinh bột bằng nước. Như vậy người ta thu được “sữa tinh bột” (dung dịch tinh bột trong nước). Bên cạnh đó người ta thu được các sản phẩm phụ (hoặc chính như gluten của bột mì) có giá trị cao thường để dùng

làm nguyên liệu cho thức ăn gia súc. Sau đó, người ta tách nước ra khỏi sữa tinh bột bằng các phương pháp cơ học như quay ly tâm, lọc chân không. Như vậy người ta thu được tinh bột ướt và cần tiếp tục đưa đi sấy đến độ ẩm cuối cùng để lưu trữ, đóng gói tiêu thụ.

Tinh bột thường chứa hai loại liên kết ẩm: ẩm hấp phụ và ẩm liên kết hoá học (chiếm khoảng 10 %), việc tách ẩm này sẽ dẫn đến sự biến đổi phức tạp của sản phẩm.

Tinh bột sẽ bị hồ hoá nếu đun nóng quá 57 °C, nên người ta luôn sử dụng nhiệt độ sấy thấp hơn nhiệt độ này.

Tinh bột thường được sấy trong máy sấy đĩa quay với nhiệt độ không khí sấy từ 60-70 °C và sau đó làm nguội ở trong vùng làm nguội của máy sấy. Nhưng thường dùng hơn là máy sấy khí động hoặc sấy phun. Ở đây sản phẩm bị đun nóng trong thời gian rất ngắn, có thể dao động trong khoảng 1 phút. Ở bên dưới ống, nhiệt độ không khí từ 150-160 °C, còn ở phần bên trên nhiệt độ từ 60-65 °C. Tất cả các phần của máy có tiếp xúc với sản phẩm sấy được cấu tạo bằng nhôm hoặc từ thép không gỉ.

Đối với tinh bột được sản xuất với sự giúp đỡ của axit vô cơ để hoà tan, hoặc sản xuất tinh bột từ các loại củ người ta thường sử dụng các máy sấy trực lẫn. Ở đây người ta có thể điều chỉnh nhiệt độ bề mặt tiếp xúc với sản phẩm sấy qua sự điều chỉnh áp suất hơi nước nhằm đảm bảo nhiệt độ của sản phẩm không vượt quá nhiệt độ cho phép, tránh ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm.

3.2.3 CÔNG NGHỆ SẤY CÁC SẢN PHẨM TỪ BỘT NHÀO

3.2.3.1 Các dạng sản phẩm bột nhào:

- dạng dài: mì sợi, mì thanh
- dạng ngắn: các dạng viên, cục có hình dạng khác nhau dùng để nấu súp...

3.2.3.2 Quy trình sản xuất sản phẩm bột nhào:

Nguyên liệu: tính chất của sản phẩm sấy phụ thuộc rất nhiều vào nguyên liệu ban đầu và quá trình xử lý bột nhào.

- bột mì: bột mì khô chứa từ 70-80 % tinh bột, một phần khá lớn là gluten, tác nhân tạo ra trạng thái bột nhào và tính đàn hồi của nó. Bột giàu gluten thì cho sản phẩm có tính đàn hồi tốt hơn bột nghèo gluten. Độ mịn của bột cũng là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến độ hút nước, quá trình tạo dáng và sấy. Nếu độ mịn của bột không đồng đều, những hạt rất nhỏ sẽ hấp thụ một phần lớn nước trong quá trình nhào trộn và chúng trở nên ẩm hơn so với những hạt bột lớn hơn. Từ đó dẫn đến bề mặt của bột nhào không được đồng nhất

- nước: do bột nhào được xác định để sấy, nên việc cho ít nước sẽ thuận lợi hơn cho quá trình sấy sau này. Bột nhào chuẩn bị cho các sản phẩm sấy thường “cứng” hơn so với bột nhào làm bánh mì. Nước không được đưa vào theo độ hút nước của bột mì, nhưng ít hơn,

khoảng bằng một nửa lượng nước mà các thành phần căn bản của bột mì (tinh bột và gluten) có thể giữ được. Thông thường nhất người ta sử dụng bột nhào có độ cứng trung bình, với hàm lượng ẩm 29-32 %. Nước được sử dụng thường là nước nóng, có nhiệt độ từ 30-50 °C. Nước nóng hơn 50°C chỉ sử dụng cho các loại bột mì “mạnh” với hàm lượng gluten cao.

- và các thành phần khác:

Trứng sử dụng phải được nhũ hoá trong nước. Tốt nhất là sử dụng trứng đánh, bột trứng sấy, sử dụng trứng tươi cho chất lượng xấu nhất

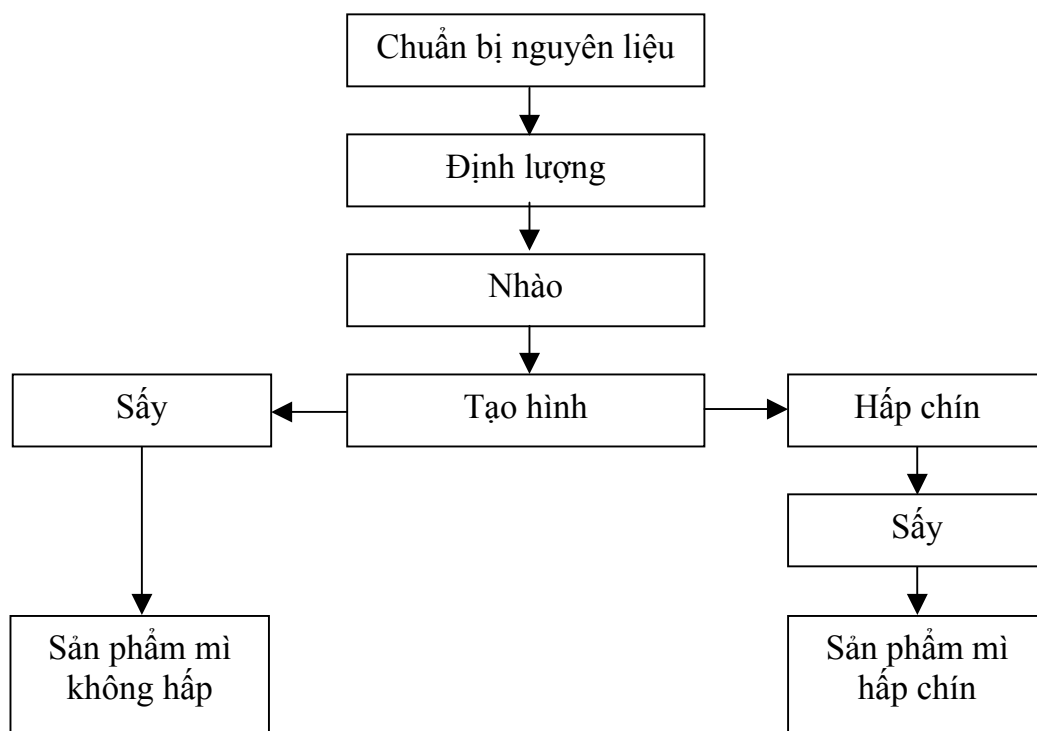
Nạp liệu : theo thể tích hoặc khối lượng

Nhào bột : khi nhào bột tránh để xuất hiện những lỗ hổng chứa không khí trong bột nhào, vì khi nó đi qua khuôn sẽ làm cho độ nhẵn bề mặt của sản phẩm không đồng đều.

Tạo hình : sau khi chuẩn bị bột nhào, người ta chuyển khối bột đã trộn đều qua máy ép trục vít làm việc liên tục, ở đây nó được nhào nặn tiếp và ép qua khuôn với áp lực ép từ 200-400 at, qua đó sản phẩm sẽ có hình dạng mong muốn.

Ngoài ra người ta có thể sản xuất sản phẩm bột nhào dạng dài bằng phương pháp cán cắt.

Sấy khô sản phẩm bột nhào đến độ ẩm cuối cùng là 13-17 %.



Hình 3.3 : Quy trình sản xuất mì châu Âu

3.2.3.3 Đặc tính bột nhào trong quá trình sấy:

Nếu nhiệt độ sấy trên 55 °C, tinh bột sẽ bị hồ hóa. Khi hàm ẩm sản phẩm giảm đến khoảng 28-30 %, bột nhào là dạng dính dẻo. Nếu bốc ẩm tiếp tục đến 18 % nó trở thành dẻo-dàn hồi và từ 18 % dai-dàn hồi và dưới 15 % nó là dòn-dàn hồi.

Trong quá trình sấy sản phẩm bị giảm thể tích do sự giảm ẩm và do khuynh hướng nén. Sự giảm ẩm theo các hướng khác nhau xảy ra không đồng thời. Đến lúc nào đó thì sức căng xuất hiện. Nếu hàm ẩm ở bề mặt sản phẩm giảm nhanh, lớp bên ngoài sản phẩm đạt được phạm vi dẻo-dàn hồi thì xuất hiện sức căng kéo. Khi sản phẩm đạt trạng thái đàn hồi-dòn thì một sự khác biệt nhỏ về giảm thể tích cũng dẫn đến rạn nứt bề mặt. Vì vậy, dễ xuất hiện sự uốn cong và rạn nứt, dẫn đến sự hư hại sản phẩm trong quá trình bảo quản và khi nấu.

3.2.3.4 Kỹ thuật sấy các sản phẩm từ bột nhào

Sấy được xếp vào loại công đoạn quan trọng nhất và phức tạp nhất.

Để ngăn ngừa hiện tượng nứt nẻ, ẩm của sản phẩm cần được khử dần dần từng bước, thường sản phẩm được sấy trong hai giai đoạn, giữa hai giai đoạn có giai đoạn tự cân bằng.

Trong giai đoạn thứ nhất, khi hàm ẩm của lớp bên ngoài còn lại dưới 23 % và chỉ xuất hiện sức căng nhỏ người ta có thể sấy nhanh.

Giai đoạn cân bằng hoặc giai đoạn “chảy mồ hôi” cần kéo dài đủ lâu và cần thực hiện với độ ẩm không khí cao để ẩm trong sản phẩm không bốc hơi được mà tự cân bằng, giải phóng các sức căng bên trong. Tuy nhiên sản phẩm dễ bị làm ướt trở lại nếu điều chỉnh một độ ẩm không khí quá cao, dẫn đến ngưng tụ hơi nước, qua đó có thể kéo dài quá trình sấy không cần thiết trong giai đoạn sấy thứ hai tiếp theo.

Sấy giai đoạn hai: vật liệu trở nên dẻo hoặc dòn có liên quan đến vận tốc giảm ẩm giữa các lớp khác nhau trong vật liệu. Do đó phải giữ vận tốc sấy nhỏ qua sự điều chỉnh hợp lý trạng thái không khí để có thể tránh được những điều không mong muốn đối với lớp bên ngoài của vật liệu. Sấy nhanh trong giai đoạn sấy thứ hai này có thể dẫn đến rạn nứt bề mặt của sản phẩm.

Sau khi sấy người ta phải làm nguội sản phẩm (cân bằng với trạng thái không khí chung quanh). Ở đây sức căng mới hoặc sự rạn nứt có thể xuất hiện, đặc biệt nếu người ta làm nguội quá nhanh. Để bề mặt của sản phẩm không bị những vết nứt, sản phẩm cần được làm nguội bằng không khí ở 25°C với độ ẩm tương đối 65 %. Sau đó sản phẩm tiếp tục cần được để cân bằng khoảng 3-8 h ở nhiệt độ trong phòng, để giải phóng các sức căng bên trong. Hoặc người ta có thể cho phép làm nguội tự nhiên trong nhiều giờ.

3.2.3.5 Thiết bị sấy:

Các máy sấy cho sản phẩm bột nhào phải điều chỉnh và thay đổi được trạng thái của không khí sấy thích hợp theo yêu cầu.

Trong kỹ thuật sấy bột nhào, người ta phân biệt nhiều loại hệ thống sấy, chúng khác nhau chủ yếu về nhiệt độ sử dụng.

- Sấy bình thường: nhiệt độ từ 50 -55 °C, thời gian sấy: 12h đối với sợi mì dài và 6h đối với sợi mì ngắn..

- Sấy nhiệt độ cao: từ 70-85 °C, thời gian sấy 10 h hoặc 5 h tùy độ dài của sợi mì.

- Sấy nhiệt độ rất cao: nhiệt độ từ 100 - 130 oC thời gian sấy 5h hoặc 2 h tùy sợi mì.

Lý do người ta luôn cố gắng nâng nhiệt độ sấy là để : rút ngắn thời gian sấy, đây chuyên sản xuất nhờ đó ngắn hơn, tiết kiệm được không gian ; Giúp sợi mì làm từ lúa mì mềm chịu đựng được tốt quá trình nấu ; Hạn chế sự phát triển của vi sinh vật, thậm chí có thể tiêu diệt một số loại.

Kỹ thuật sấy bằng vi sóng có thể rút ngắn thời gian sấy từ 8h xuống còn 90 phút, giảm tổng số vi khuẩn xuống 15 lần và giảm tiêu thụ điện năng xuống 20 % đến 25%.

Để có thể điều khiển đúng quá trình sấy, người ta chia hệ thống sấy ra làm nhiều vùng điều hoà nhiệt độ khác nhau. Các điều kiện sấy được điều khiển tự động trên cơ sở số liệu nhận được từ các đầu dò độ ẩm, nhiệt độ và phụ thuộc vào hình dạng, độ ẩm của sản phẩm.

Khi sản xuất với công suất nhỏ, người ta sử dụng buồng sấy tuần hoàn không khí với xe goòng và khay đựng sản phẩm thích hợp.

Khi sản xuất với công suất lớn, máy sấy thường có hai giai đoạn sấy riêng biệt.

Đối với sản phẩm bột nhào dạng ngắn, sấy lần I thường thực hiện trong máy sấy rung hoặc lắc với một hoặc nhiều khay sấy đu đưa, sắp đặt xen kẽ nhau, ở đó sản phẩm lưu lại từ 1,5 đến 3 h. Không khí chuyển động mạnh xuyên qua các khay sấy làm khô sản phẩm, sự lay động của khay sấy ngăn ngừa sự vón cục của sản phẩm.

Đối với giai đoạn sấy II, người ta cũng có thể sử dụng máy sấy rung, nhưng tốt nhất là dùng máy sấy có nhiều băng chuyền với những băng chuyền lưới để không khí đi qua. Trong máy sấy này sản phẩm lưu lại từ 5 đến 30 phút và lượng ẩm bốc đi từ 4 đến 8 % tùy theo kích thước và chất lượng của sản phẩm.

Với sản phẩm dạng dài, người ta sử dụng hầm sấy. Sản phẩm được treo trên những cây sào một cách hợp lý, tiết kiệm không gian, đảm bảo vệ sinh và hiệu quả kinh tế. Sản phẩm được vận chuyển qua hầm sấy tuần hoàn nhờ hệ thống xe goòng chuyển động từ từ về phía trước bởi hệ thống xích kéo. Trong thời gian từ 30-45 phút người ta có thể sấy sản phẩm đến độ ẩm yêu cầu (khoảng từ 13-14 %). Sau đó sản phẩm phải qua giai đoạn làm nguội.

3.2.4 SÁY TRỨNG

Trứng gia cầm là nguồn dinh dưỡng quan trọng bên cạnh thịt sữa. Trứng bao gồm phần vỏ chiếm 12,5 %; lòng trắng 55,5 % và lòng đỏ 32 %. Thành phần của trứng bao gồm 65 % nước, 12 % protein, 11 % lipit, 11,5 % chất khoáng và 1 % glucit.

Một trong những tính chất quan trọng của lòng trắng trứng là khả năng tạo bọt. Nếu cho thêm đường vào lòng trắng thì độ bền của bọt kéo dài hơn, nhưng thời gian đánh trứng cũng lâu hơn.

Các sản phẩm từ trứng được sản xuất bằng cách loại bỏ vỏ trứng, sau đó sử dụng các kỹ thuật bảo quản phần ruột trứng như lạnh đông, sấy khô...

Sấy trứng có thể sấy riêng lòng trắng, lòng đỏ hoặc nguyên quả.

Nguyên liệu: trứng gà (ăn được), chủ yếu sử dụng những quả không phù hợp để phân phối ra thị trường, hoặc do nhu cầu trên thị trường bị giảm. Mức độ tươi và vệ sinh của trứng sẽ ảnh hưởng lớn đến chất lượng sản phẩm.

Trứng được rửa sạch trước khi sử dụng sẽ giảm mức độ nhiễm khuẩn trong quá trình lấy ruột trứng. Sau khi rửa sạch trứng được ngâm trong dung dịch diệt khuẩn có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ của nước rửa. Hiện nay người ta sử dụng dung dịch vừa có tác dụng rửa vừa có tác dụng khử trùng. Dịch trứng được tách ra khỏi phần vỏ bằng thiết bị đặc biệt làm bằng thép không gỉ. Hiện nay việc lấy dịch trứng bằng tay hầu như bị thay thế hoàn toàn bằng những máy tự động có công suất 5.000 đến 18.000 trứng/giờ, đòi hỏi nhu cầu nhân công rất ít.

Sau khi đập, dịch trứng cần phải lọc qua lưới sàng kim loại hoặc bằng máy quay ly tâm để tách các mảnh vỏ trứng bị vỡ và các tạp chất khác. Để vận chuyển dịch trứng, người ta sử dụng các máy bơm, quá trình bơm làm đồng hoá một phần dịch trứng trước khi lọc. Quá trình lọc kết hợp với vận chuyển trong ống làm vỡ lòng đỏ trứng, trộn đều và đồng hoá dịch trứng.

Để đảm bảo chất lượng tốt, dịch trứng cần được thanh trùng để tăng thời hạn sử dụng cho sản phẩm. Thanh trùng ở nhiệt độ 60-61 °C trong thời gian 4 phút làm vô hoạt hoá hơn 99 % vi khuẩn và trùng que đường ruột có trong dịch trứng. Ở nhiệt độ này protein trứng vẫn chưa bị biến tính protein. Tùy theo thời gian thanh trùng người ta chia ra thanh trùng nhanh và thanh trùng lâu. Dịch trứng chỉ có thể được thanh trùng lâu sau khi bổ sung các chất ổn định protein hoặc khi sản xuất các sản phẩm mặn hoặc ngọt. Khi thanh trùng lâu, người ta sử dụng nhiệt độ 55-70 °C trong thời gian 30 phút. Khi thanh trùng nhanh, người ta giữ nhiệt độ thanh trùng trong thời gian 2-3 phút, nhiệt độ không vượt quá 68 °C. Sau khi thanh trùng sản phẩm cần được làm nguội ngay lập tức. Ngoài những tác động tích cực, việc thanh trùng cũng gây ra những thay đổi về độ nhớt và các tính chất khác của

sản phẩm. Ở nhiệt độ cao hơn 65 °C thì độ nhớt của lòng trắng tăng lên rất nhanh. Do protein trứng dễ biến tính dưới tác dụng của nhiệt độ cao, người ta cần tìm kiếm các phương pháp khác để đảm bảo an toàn vi sinh cho sản phẩm.

Một số phương pháp khác có thể đảm bảo chất lượng vi sinh cho dịch trứng như là thay đổi pH hoặc bổ sung hoá chất, sử dụng tia phóng xạ... Các tia phóng xạ có tác dụng làm giảm số lượng vi sinh vật (trừ *Salmonella*), thay đổi màu sắc của trứng và làm tăng chỉ số peroxid của lipid lòng đỏ.

Dịch trứng sau khi thanh trùng được đưa đi sấy (hoặc lạnh đông).

Sản xuất lòng trắng trứng sấy:

Ứng dụng của lòng trắng trứng: chất kết dính của kem trứng, chất lọc của rượu nho, làm chất mỡ của bánh ngọt, chất tạo bọt cho bia. Do đó nó là một mặt hàng có giá trị hơn so với sản phẩm sấy từ lòng đỏ trứng. Ngoài ra nó còn là thực phẩm có hàm lượng vitamin và dinh dưỡng cao.

Yêu cầu nguyên liệu lòng trắng trứng phải đồng nhất, độ nhớt thấp.

Lòng trắng trứng có chứa một lượng nhỏ glucoza tự do, cần phải khử đi hoặc biến đổi nó thành hợp chất không còn tính khử. Có 3 phương pháp khử:

- Khử đường bằng cách cho lên men tự nhiên. Phương pháp này kéo dài 2-6 ngày ở nhiệt độ 20-30 °C. Tuy nhiên sản phẩm của phương pháp này có mùi vị tồi.
- Tách đường bằng cách sử dụng các chủng vi khuẩn thuần khiết (*Streptococcus lactis*) hoặc nấm men (*Saccharomyces cerevisiae*). Nếu sử dụng vi khuẩn, thời gian khử đường là vài giờ ở nhiệt độ 32-37 °C. Việc khử đường bằng nấm men kéo dài 10-12 h ở nhiệt độ 30 °C, pH 8.
- Phương pháp mới nhất và tốt nhất để khử đường: sử dụng hệ enzym glucooxidaza và katalaza. Quá trình này kéo dài khoảng 9h ở nhiệt độ 27 °C.

Kỹ thuật sấy :

Phương pháp sấy hầm, sấy phòng: lòng trắng trứng được cho vào khay bằng thủy tinh hoặc bằng nhôm thành lớp mỏng hoặc cũng có thể sấy băng chuyền. Sấy giai đoạn đầu ở 40°C và kéo dài khoảng 8h. Sau đó sấy kết thúc ở nhiệt độ 60 °C và thời gian từ 40-50 h.

Sản phẩm sau khi ra khỏi thiết bị sấy được làm nguội 24h. Nó sẽ vụn ra thành bột xốp và được đóng gói trong bao bì kín ngăn cản sự hút ẩm và oxy từ bên ngoài.

Phương pháp sấy phun:

Lòng trắng trứng, chứa khoảng 10-12 % chất rắn, được nạp vào vào máy sấy phun, có khoang sấy đứng hoặc nằm ngang và sấy theo nguyên tắc cùng chiều. Nhiệt độ không khí

vào buồng sấy khoảng 145-200 °C. Thiết bị tạo sương của máy có thể là vòi phun khí nén hoặc ly tâm. Sản phẩm sấy khô có độ ẩm từ 7-9 % và tỷ trọng thấp. Để tăng tỷ trọng của bột và cải thiện hiệu quả nhiệt của quá trình sấy, lòng trắng trứng có thể được cô đặc bằng máy bốc hơi chân không đến hàm lượng chất rắn 20 %. Tuy nhiên, các đặc tính của bột sản phẩm có thể bị ảnh hưởng xấu trong quá trình bốc hơi. Phương pháp siêu lọc và thẩm thấu ngược ảnh hưởng rất ít đến chất lượng sản phẩm đã được sử dụng trong thương mại để cô đặc lòng trắng trứng đến hàm lượng rắn 20 % trước khi sấy. Ưu điểm của phương pháp sấy phun là thời gian sấy rất ngắn, bột có chất lượng tốt. Hàm lượng ẩm của bột lòng trắng trứng sau khi sấy phun khoảng 5-6% rất thích hợp cho bảo quản.

Để sản xuất bột dễ hoà tan, người ta làm ẩm vừa phải sản phẩm sau khi sấy trở lại để tạo kết cục sau đó đem sấy đến độ ẩm cuối cùng 3-5 %.

Ngoài ra có thể sử dụng phương pháp sấy thăng hoa để sản xuất trứng sấy.

Sản xuất trứng sấy (nguyên quả):

Để sản xuất bột trứng nguyên quả và bột lòng đỏ trứng, dịch trứng cần được đồng hoá, lên men nếu cần, lọc và thanh trùng ở 64-66 °C trong thời gian 2-4 phút. Trứng nguyên quả được cô đặc đến 25-27 % chất rắn, lòng đỏ trứng được cô đặc đến 45-48 % rắn. Trứng sau đó được sấy trong máy sấy phun có thiết kế tương tự như sấy lòng trắng trứng, dùng nhiệt độ không khí tương tự. Bột sấy có độ ẩm 2-4 %. Trong thời kỳ đầu áp dụng sấy phun trứng, người ta thường sấy 2giai đoạn. Sản phẩm rời máy sấy phun có độ ẩm 3-5 % được tiếp tục sấy xuống độ ẩm thấp hơn 2 % trong máy sấy khí động đứng (sấy phụt). Các máy sấy phun hiện đại có khả năng sản xuất bột có độ ẩm 2 %, vì vậy việc sấy lần 2 là không cần thiết nữa. Một điều quan trọng là bột trứng sau khi sấy phải được lấy ra khỏi buồng sấy ngay và đưa đi làm nguội. Người ta có thể sử dụng máy làm nguội kiểu tầng sôi (fluidized-bed cooler). Bột trứng có thể được tạo “cục” (agglomerate) bằng quá trình làm ẩm trở lại để tăng khả năng hoàn nguyên. Tính dễ chảy (flow properties) của bột trứng sấy nguyên quả và bột lòng đỏ sấy có thể được cải thiện bằng cách bổ sung các tác nhân chống vón cục.

Do hàm lượng lexitin và chất béo cao, nếu bảo quản lâu có thể làm cho sản phẩm có vị đắng, khét và ôi. Để tránh hiện tượng này thì bột trứng sấy (kể cả lòng đỏ và lòng trắng) và bột trứng sấy (chỉ có lòng đỏ) được đóng gói vào hộp sắt tây hoặc bao bì kín có hút không khí từ sản phẩm ra. Bột trứng sấy chỉ có lòng trắng có khả năng bảo quản lâu hơn vì hàm lượng chất béo thấp hơn.

Người ta có thể bảo quản bột trứng (cả lòng đỏ và lòng trắng) và bột trứng chỉ có lòng đỏ ở nhiệt độ thấp 5-7 °C, với bột trứng (kể cả lòng đỏ và lòng trắng) có thể bảo quản 1 năm, còn bột trứng (chỉ có lòng đỏ) có thể bảo quản từ 3-4 năm.

3.2.5 SÁY SỮA

3.2.5.1 Các dạng sản phẩm

Các sản phẩm sấy từ sữa tương đối đa dạng, bao gồm nhiều loại sản phẩm khác nhau như các loại sữa bột không tách béo, tách một phần béo hoặc tách hoàn toàn béo, các loại bột sữa chua, các sản phẩm sữa bột cho trẻ sơ sinh, các loại bột sữa giải khát với hương vị trái cây hoặc bột cà phê sữa, casein hoặc muối caseinat, các loại bột phụ gia từ sữa và monoacylglycerol để sản xuất bánh mì.v.v...

Yêu cầu của bột sữa sấy là phải hoà tan được dễ dàng, nghĩa là khi pha nó thành chất lỏng với một khối lượng nước thích hợp thì chất lỏng này gần giống đặc tính của sữa hơn là một dung dịch keo.

3.2.5.2 Đặc tính nguyên liệu

Sữa là sản phẩm chứa nhiều chất rất nhạy cảm với nhiệt. Ngoài những hạt chất béo tròn nhỏ, sữa còn chứa protein dạng keo trong nước (albumin, globulin), đường hoà tan và muối vô cơ; muối này một phần hoà tan ở dạng keo, một phần ở dạng phân tử hoặc ion. Nếu có nước, globulin bắt đầu biến tính ở nhiệt độ 50 °C; albumin ở 65 °C. Nếu ở trạng thái khô những chất này chịu được nhiệt độ khá cao.

Dưới tác dụng của nhiệt độ cao có thể xảy ra các biến đổi không mong muốn là phản ứng caramen hoá các chất đường có trong sữa và những biến đổi hoá học của các muối vô cơ.

Quá trình chuẩn bị

Điều kiện trước hết để có sản phẩm sữa sấy chất lượng cao là chất lượng của sữa nguyên liệu phải tốt. Người ta thường làm sạch sữa (có thể đi kèm thanh trùng) trước khi cho vào các bình chứa.

Trước khi bơm sữa đến thiết bị bay hơi để cô đặc, sữa được điều chỉnh hàm lượng chất béo và đưa đi thanh trùng. Người ta đun nóng ở nhiệt độ 75-85 °C và giữ trong một thời gian lâu (từ 20-30 phút), qua đó khí có trong sữa sẽ được đuổi ra, sữa ít sinh ra bọt trong thiết bị bốc hơi. Bên cạnh đó, một phần các vi sinh vật và các enzym phân huỷ chất béo bị lắng xuống và dễ dàng tách ra. Do đó nguy cơ của việc “khê” hay “cháy” sẽ giảm đi. Ngay trước khi đưa đi cô đặc, sữa được cho tác dụng bởi nhiệt độ 105-110 °C để vô hoạt hóa những vi sinh vật còn lại.

Bước tiếp theo trước công đoạn sấy khô sữa là cô đặc. Đối với thiết bị có năng suất nhỏ hơn 4000 lít sữa/ ngày, người ta sấy trực tiếp không qua giai đoạn bốc hơi cô đặc trước. Ngược lại đối với thiết bị sấy lớn, trước khi sấy, sữa được đem bốc hơi ở các thiết bị làm bay hơi. Ngày nay, người ta sử dụng chủ yếu là các thiết bị bay hơi bản mỏng.

Sữa đã tách được chất béo thường chứa khoảng 91 % nước, trước khi sấy trên máy sấy trực lăn lớp mỏng, người ta đem bốc hơi đến tỷ lệ 5:1 (nghĩa là từ 5 phần thể tích lúc đầu,

sau khi bốc hơi còn lại 1 phần thể tích) còn sữa chưa tách chất béo trung bình 88 % nước, thường bốc hơi đến tỷ lệ 3:1.

Đối với thiết bị sấy phun người ta thường bốc hơi đến tỷ lệ 5:1 hoặc 4:1.

Sự bốc hơi mạnh khi hàm lượng nước dưới 64 % là không thích hợp, vì ở đây những tinh thể đường của sữa có thể được tạo thành, đặc biệt nếu người ta bảo quản lạnh dung dịch sau khi cô đặc, như vậy sẽ gây khó khăn cho quá trình phun.

Quá trình sấy

Giai đoạn cuối cùng của quá trình sản xuất là sấy khô sữa cô đặc. Nếu dung dịch có khả năng bám vào phun, cần phải lọc qua máy rây trước khi đi sấy khô. Theo kinh nghiệm những biến đổi ảnh hưởng đến chất lượng của sữa sẽ không xảy ra nếu việc tách ẩm trong quá trình sấy được thực hiện nhanh chóng (thời gian sấy ngắn).

Phù hợp với điều kiện này có hai phương pháp sấy nhanh sữa thường được áp dụng:

- Sấy màng mỏng trên thiết bị sấy trực lăn (sấy tiếp xúc)
- Dùng thiết bị sấy phun (phun chất lỏng vào không khí nóng)

Phương pháp sấy bằng thiết bị sấy trực lăn cũ hơn và hầu như không được sử dụng nữa. Đây là phương pháp không cần trọng với loại nguyên liệu nhạy cảm nhiệt độ như là đối với sữa. Nhược điểm lớn của phương pháp sấy này là độ hoà tan của sản phẩm kém.

Thiết bị sấy trực lăn bao gồm hai trục được đặt sát nhau và quay ngược chiều. Các trục được đun nóng bằng hơi nước. Người ta có thể sấy ở áp suất không khí hoặc áp suất thấp. Sữa được phun lên bề mặt tiếp xúc của hai trục lăn và nhận nhiệt trong khoảng từ 110-130 °C. Tuy rằng thời gian tiếp xúc xảy ra rất ngắn nhưng cũng đủ để cho sữa không tách béo bị biến đổi, vì vậy đối với loại sữa này độ hoà tan cao nhất cũng nhỏ hơn 90 % và khó bảo quản. Tuy vậy người ta có thể đạt được một loại sữa hầu như hoà tan hoàn toàn trên thiết bị sấy trực lăn lớp mỏng nếu sữa đã tách béo.

Sấy phun so với phương pháp sấy trực lăn cho phép linh động hơn trong sản xuất, bởi vì người ta có thể tạo ra các loại sản phẩm có các tính chất khác nhau, bằng cách lựa chọn các điều kiện sấy khác nhau.

Trong thiết bị sấy phun, nhiệt độ của sản phẩm trong khoảng 50-60 °C. Ở đây từ sữa không tách chất béo người ta có thể nhận được sữa bột có độ hoà tan 90-100 %. Đối với thiết bị sấy phun được mặt lợi là các phần tử bột sinh ra trong quá trình sấy có những lỗ hổng nhỏ, những lỗ hổng này làm cho sản phẩm xốp và dễ hoà tan. Ngoài ra các phần tử bột ít bị vụn ra.

Trong sấy phun quá trình phun là quan trọng nhất. Trong thực tế người ta thường sử dụng nhất các phương pháp phun qua lỗ bằng áp suất cao hoặc phun bằng đĩa ly tâm. Chủ yếu người ta dùng các lỗ phun áp suất cao. Sữa cô đặc sẽ được bơm vào các lỗ phun dưới áp suất 15-25 MPa bằng máy bơm áp suất cao. Thiết bị phun ly tâm là những đĩa rộng, ở chung quanh có các lỗ; có thể có tần số quay 6000-24.000 vòng/phút. Nếu phun

bằng các lỗ thì bột sữa sẽ chứa ít không khí, ngược lại nếu dùng lực ly tâm thì sữa có chứa nhiều không khí. Thông thường người ta mong muốn đường kính của giọt dung dịch phun từ 10-100 μm như vậy khi sấy, người ta sẽ nhận được bột thành phẩm có đường kính hạt từ 1-20 μm .

Phần không gian riêng để sấy nếu có hình dạng lắng trụ người ta gọi là tháp sấy, còn nếu có hình hộp thì được gọi là buồng sấy. Yêu cầu thành, tường của thiết bị sấy không rỉ và nhẵn để không giữ lại các hạt sản phẩm.

Tùy theo phương pháp dẫn không khí và sữa người ta chia sấy cùng chiều và ngược chiều, hoặc kết hợp cả hai phương pháp. Nếu sử dụng phương pháp sấy ngược chiều, bột sữa không đồng đều, bởi vì ở phương pháp này, sữa và không khí va chạm với nhau rất mạnh. Khi sử dụng phương pháp sấy cùng chiều dung dịch sữa cô đặc phải được phun ra thành lớp sương rất mịn, bởi vì lớp sương tạo thành phải có bề mặt tiếp xúc với không khí lớn. Tùy theo phương pháp ứng dụng mà nhiệt độ không khí nóng đi vào thiết bị sấy có khác nhau, thường nằm trong khoảng 120-180 $^{\circ}\text{C}$, vì khi ra khỏi máy sấy có nhiệt độ từ 50-90 $^{\circ}\text{C}$. Trong buồng sấy cần có áp suất thấp hơn, thông thường 300-450 Pa để bột sữa không bị thoát đi, trong trường hợp buồng sấy không được kín lắ. Không khí sấy thoát ra buồng sấy bằng đường ống cùng với hơi nước bốc hơi và cả một lượng nhất định bột sữa vào cyclon hoặc túi lọc bụi. Không khí sấy được hút bằng máy quạt qua thiết bị lọc vào hệ thống đun nóng.

Máy sấy có thể được kết hợp với thiết bị làm tan bột nhanh 1 giai đoạn hoặc 2 giai đoạn. Ở quá trình làm tan nhanh 1giai đoạn, quá trình sấy được điều khiển sao cho bột sữa chứa khoảng 8-12 % ẩm. Bột sữa kết cục từng phần từ máy sấy sẽ được đưa vào sấy tầng sôi, ở đó nó được sấy đến độ ẩm cuối cùng.

Ở phương pháp làm tan nhanh 2giai đoạn, bột sữa được làm ẩm ở một khoang riêng bằng hơi nước, nước phun dạng sương, sữa ly tâm hoặc sữa cô đặc. Bột sữa ẩm kết cục sau đó được sấy tiếp bằng không khí nóng trong máy sấy tầng sôi rung, ở đó các hạt trở nên cứng và được sấy đến độ ẩm cuối cùng.

Sau khi sấy, cần làm nguội sản phẩm ở nhiệt độ dưới 30 $^{\circ}\text{C}$.

Sữa khô sau khi sấy phải đạt được độ ẩm từ 3-4 %, vì khi độ ẩm cao protein dễ bị phân huỷ trong quá trình bảo quản và sản phẩm có thể nhận mùi vị không mong muốn, thậm chí sản phẩm có thể bị hoá nâu.

Trong không khí ở độ ẩm bình thường độ ẩm cân bằng của sữa bột thành phẩm của các loại khác nhau sẽ tương ứng với những giá trị khác nhau: Ví dụ: sữa bột không tách chất béo từ 6-8 %, sữa bột tách một phần chất béo từ 8-9 %.

Nếu để sữa bột bị ướt trở lại do không khí ẩm, thì sản phẩm hư hỏng rất nhanh, nên người ta cần phải bao gói kín nó ngay sau khi làm nguội đến nhiệt độ môi trường xung quanh. Do ảnh hưởng không có lợi của oxy, để bảo quản sữa bột, người ta loại trừ oxy của không khí bằng cách đóng gói môi trường chân không hoặc khí trơ.

3.2.6 SẢN XUẤT HẢI SẢN KHÔ

Hải sản sống, tươi chứa khoảng 70-80 % ẩm, đây là điều kiện thích hợp cho sự phát triển của vi sinh vật. Độ ẩm của cá tươi thay đổi trong phạm vi rộng và có quan hệ với hàm lượng mỡ có trong cá. Loại cá không có hoặc có ít mỡ chứa khoảng 80 % nước, cá thu loại nhiều mỡ khoảng 65 % và lươn chỉ chứa 50 % nước. Nếu giảm ẩm tới mức: 8-10 % thì sẽ kiềm chế được sự phát triển của vi sinh vật.

Làm khô bằng phương pháp tự nhiên hay nhân tạo sẽ kìm hãm sự phát triển của vi sinh vật, mức độ kìm hãm phụ thuộc vào lượng nước bốc hơi nhiều hay ít. Mục đích làm khô sản phẩm hải sản chủ yếu là khống chế sự thối rữa do vi khuẩn gây nên.

3.2.6.1 Các loại sản phẩm

Nguyên liệu hải sản làm khô bao gồm cá, các loài vỏ cứng (ốc, sò), động vật nhuyễn thể và các loài hải tảo, rong, rau câu.

Sản phẩm chế biến có thể chia ra 4 loại sau đây:

1/ Sản phẩm khô sống: chế biến bằng nguyên liệu tươi sống không qua xử lý bằng cách ngâm muối hoặc nấu chín như: mực ống khô, moi khô, tôm khô, bóng cá khô và rong khô.

2/ Sản phẩm khô chín: chế biến bằng nguyên liệu đã nấu chín rồi đem sấy hoặc phơi. Khi nấu phần lớn cho thêm ít muối như sò, ốc khô, tôm khô, hào khô, hải sâm khô, bào như khô, sản phẩm khô bằng sụn các nhám .v.v...

3/ Sản phẩm khô mặn: chế biến bằng nguyên liệu khi đã ướp muối rồi mới làm khô.

4/ Sản phẩm khô hun khói: sản phẩm được sấy khô kết hợp với hun khói.

3.2.6.2 Kỹ thuật sấy

Cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, các phương pháp làm khô nhân tạo ngày càng hoàn thiện và phát triển.

Các nhân tố chủ yếu làm ảnh hưởng đến tốc độ làm khô cá

Ảnh hưởng của nhiệt độ không khí

Nói chung tăng nhiệt độ không khí có thể tăng nhanh được tốc độ sấy. Tăng nhiệt độ trong phạm vi nhất định không ảnh hưởng tới phẩm chất của cá. Sấy khô ở nhiệt độ tương đối cao thì sự bốc hơi ngoài mặt quá nhanh làm cho trên bề mặt ngoài hình thành một lớp vỏ cứng khiến cho thời gian sấy khô phải kéo dài. Nếu nhiệt độ quá cao làm cho thịt bị khét và đen.

Nhiệt độ sấy khô thích hợp cho mỗi loại cá là tùy theo loài cá gầy hay béo, kết cấu tổ chức của thịt cá và phương pháp mổ .v.v...thí dụ nhiệt độ sấy của cá gầy có thể cao hơn nhiệt độ sấy của cá béo.

Ảnh hưởng của độ ẩm tương đối trong không khí

Khi ẩm độ không khí đạt tới 80 % thì quá trình sấy khô sẽ ngừng và xảy ra sự hút ẩm của thịt cá. Khi nhiệt độ không khí 30 °C, nếu độ ẩm sản phẩm trên 60 % bề ngoài cá dễ sinh ra nhòn.

Độ ẩm tương đối để sấy có lợi nhất đảm bảo được sản phẩm cá tốt: 40-60 %.

Ảnh hưởng của tốc độ gió

Nếu tốc độ gió quá nhỏ có thể kéo dài thời gian làm khô, đồng thời ngoài mặt của cá giữ trạng thái ẩm, làm cho sản phẩm dễ bị biến chất. Cho nên yêu cầu tốc độ gió phải lớn, đặc biệt là lúc đầu thì càng cần thiết hơn. Nhưng nếu tốc độ gió quá lớn thì rất khó giữ được trạng thái ổn định của nhiệt độ, hơn nữa dùng vận tốc không khí quá cao cũng không rút ngắn đáng kể được thời gian sấy do tính chất của cá.

Nói chung tốc độ gió nhỏ nhất có thể làm cho cá khô được thường là 0,4 m/s. Khi làm khô cá ít thịt phạm vi tốc độ gió vào khoảng 1,0 - 1,5 m/s.

Hướng lưu thông của không khí: nếu song song với bề mặt của cá làm khô nhanh hơn, nếu hình thành 1 góc 45° thì tốc độ sấy khô tương đối chậm, khi thẳng góc với bề mặt của cá thì tốc độ làm khô chậm nhất (lúc này tốc độ gió hầu như không có tác dụng).

Ảnh hưởng của việc ủ ẩm

Mục đích của việc ủ là để xúc tiến sự di động của nước trong thịt cá ở phương pháp sấy khô gián đoạn. Nghĩa là trong quá trình làm khô, đem bán thành phẩm chất đông ủ trong một thời gian nhất định, để cho nước trong sản phẩm phân bố được đều, đồng thời rút ngắn được thời gian sấy khô, nâng cao hiệu suất lợi dụng của thiết bị sấy.

Thời gian sấy của giai đoạn trước khi ủ không nên quá dài, nếu không thì ngoài mặt của nguyên liệu quá khô sẽ làm ảnh hưởng tới thời gian ủ, trái lại thời gian sấy cũng không nên quá ngắn, nếu không bề mặt ngoài nguyên liệu sấy chưa khô nên trong quá trình ủ ở ngoài bề mặt sẽ xảy ra hiện tượng sản sinh chất dính. Vì vậy mỗi loại cá cần chú ý đến chế độ sấy khô gián đoạn thích hợp.

Ảnh hưởng do nguyên liệu cá

Nguyên liệu cá tùy loại to nhỏ, dày mỏng, da cứng, da mềm, có vảy, không có vảy, do phương pháp mổ xẻ, xử lý lúc ướp muối v.v...mà có ảnh hưởng tới thời gian làm khô nguyên liệu.

Thường thường cá trước khi làm khô cần được cắt, mổ xẻ thì có lợi cho thời gian làm khô. Những miếng cá cùng trọng lượng, có diện tích bề mặt càng lớn thì làm khô càng nhanh.

Khi làm khô ở điều kiện giống nhau, cá béo khô chậm hơn cá gầy, cá đã ướp mặn khô nhanh hơn cá tươi, vì trước khi làm khô cá đã ướp muối, có một phần nước đã thoát ra khỏi nguyên liệu. Nên tỷ lệ thành phẩm của cá ướp muối làm khô thu nhiều hơn cá tươi có cùng trọng lượng trước khi phơi.

Thiết bị sấy:

Những thiết bị sấy khô nhân tạo thường dùng để sấy khô các sản phẩm hải sản ở áp suất thường chủ yếu là phòng sấy và hầm sấy. Trong đó phòng sấy thường được dùng rộng rãi nhất, ngoài ra còn có phòng sấy kiểu băng chuyền cũng được ứng dụng.

Phòng sấy

Loại phòng sấy kiểu này mặc dù còn có nhiều khuyết điểm, nhưng vì sản phẩm hải sản đòi hỏi phải sấy khô trong thời gian tương đối dài, nó chủ động sấy những loại nguyên liệu cần làm khô nhưng vì gặp phải thời tiết mưa, bão v.v... không thể làm khô tự nhiên được, thích hợp với việc kết hợp làm khô tự nhiên và làm khô nhân tạo.

Phòng sấy khô theo kiểu thông gió tự nhiên:

Dựa vào luồng hơi tự nhiên tạo thành từ ống khói, không khí bên ngoài sau khi đi vào chỗ cung cấp nhiệt, rồi tiếp thu nhiệt biến thành không khí nóng đi vào trong phòng sấy, thông qua lớp cá, làm cá nóng bốc hơi rồi đem theo phần nước trong cá thoát ra và nhả ra ngoài phòng sấy.

Dựa vào phương hướng lưu động của không khí trong phòng sấy có thể chia ra làm 2 loại dưới đây.

- Phòng sấy khô cung cấp hơi nóng từ trên xuống

Nhược điểm: mức độ khô của cá có sự khác nhau theo chiều cao của phòng sấy khô. Cá lớp trên khô nhanh hơn cá ở lớp dưới, nhiệt độ lớp trên tương đối cao dễ làm cho loại cá nhiều mỡ bị oxy hoá, ở dưới thì nhiệt độ thấp, cá chậm khô dễ bị mốc hoặc biến chất.

- Phòng sấy khô cung cấp hơi nóng từ dưới lên

Ưu điểm: tuần hoàn của không khí tương đối mạnh, thao tác thuận tiện, phòng sấy chiếm diện tích không lớn lắm và kết cấu cũng tốt hơn loại trên.

Loại phòng sấy này, cá ở tầng trên chậm khô hơn, nhưng thao tác điều chỉnh mức độ khô của nó cũng không phiền phức lắm. Chỉ cần lấy cá đã khô ở lớp dưới ra và chuyển từ lớp trên xuống rồi tiếp tục sấy.

Phòng sấy thông gió nhân tạo

Không khí đi vào buồng sấy sẽ được lưu thông đều đặn nhờ quạt gió.

Nhiệt độ của sản phẩm sấy không được quá 65 °C.

Các kiểu thiết bị sấy khác

- Có nhiều loại nhiều kiểu khác nhau: hầm sấy, sấy băng chuyền, sấy bằng tia hồng ngoại, thiết bị sấy chân không, thiết bị sấy khô thăng hoa v.v...

3.2.6.3 Kỹ thuật hun khói

Hun khói là phương pháp xử lý nguyên liệu, trong đó các sản phẩm nhiệt phân của gỗ xâm nhập vào nguyên liệu tạo ra sản phẩm có mùi vị khói đặc trưng và màu sắc thay đổi. Sản phẩm bảo quản được lâu hơn nhờ tác dụng hoá học của các thành phần khói và các quá trình lý hoá khác như tác dụng nhiệt (thanh trùng), giảm hoạt độ nước...

Sự hình thành khói hun

Khói hun hình thành do quá trình nhiệt phân của gỗ và các phản ứng tiếp theo. Quá trình nhiệt phân gỗ phụ thuộc lớn vào nhiệt độ. Ở nhiệt độ 120 °C nước bay hơi ra khỏi gỗ sau đó ngưng tụ lại. Ở 185 °C gỗ thay đổi màu và xuất hiện sương mù có mùi cay nồng, nhưng đây chưa thể coi là khói hun. Khói hun đúng nghĩa xuất hiện ở nhiệt độ 200-300 °C khi xảy ra quá trình nhiệt phân pentozan và xenluloza.

Tùy theo nhiệt độ của khói người ta chia ra:

- Khói hun lạnh: nhiệt độ khói nhỏ hơn 18-23 °C
- Khói hun ấm: nhiệt độ khói khoảng 60 °C
- Khói hun nóng: nhiệt độ 80-90 °C.

Đối với loại cá nhiều mỡ như cá thu, cá măng có khoảng 3-20 % mỡ thì thời gian sấy càng kéo dài và sản phẩm bị thay đổi rất mạnh. Bởi vậy người ta thường kết hợp sấy với hun khói để xử lý các loại cá này. Trong quá trình hun khói những chất có tác dụng bảo quản như: phenol, phormol chuyển vào trong cá, phần lớn vi trùng bị tiêu diệt, do đó tránh được sự oxy hoá chất béo của cá. Ngoài ra người ta còn nhận được mùi vị đặc trưng cũng như màu sắc mong muốn của sản phẩm. Khả năng hấp thụ khói của cá phụ thuộc vào độ ẩm của sản phẩm sấy. Bởi vậy người ta thường kết hợp quá trình hun khói và sấy theo quy trình nhất định sẽ cho sản phẩm tốt hơn. Để sản xuất những sản phẩm có thể bảo quản được lâu hơn người ta thường chú ý đến quá trình hun khói lạnh: Trước hết người ta muối cá và qua đó giảm độ ẩm của cá. Ví dụ: với cá thu có thể giảm độ ẩm đến 45-50 %. Sau đó rửa nhẹ để tách bớt muối nếu thấy cần thiết, đưa sản phẩm vào lò hun khói, nước tiếp tục bốc đi, ví dụ: đối với cá thu khi kết thúc quá trình này còn chứa 40-45 % ẩm. Nhiệt độ không vượt quá 28 °C tùy theo loại sản phẩm, vì nếu không khi cá đã mềm gập

nóng quá thì vị của nó sẽ kém đi. Thời gian xông khói phụ thuộc vào loài cá, thường phải cần nhiều ngày. Chú ý: đối với cá thu và cá ngừ thì cần thời gian xông khói ngắn hơn, nhiệt độ cao nhất khi xông khói là 28 °C. Với nhiệt độ người ta có thể sấy sơ bộ (cá đã muối nhẹ, moi ruột bỏ ra) trong khoảng 40 phút khi ẩm giảm đi 3-4 % thì lớp da bóng và dai xuất hiện ở bề mặt sản phẩm. Sau đó đem xông khói ẩm tiếp tục tách ra khoảng 12-16 %.

Phương pháp xông khói nóng, người ta thường dùng với các loại cá như ngạnh, lươn...đã muối sơ bộ. Nhiệt độ của khói nóng có thể lên tới 80 °C, quá trình chung kéo dài từ 1-5h tùy theo từng loại cá, cuối cùng cần phải làm nguội.

Quá trình sấy cá còn đóng vai trò quan trọng trong sản xuất đồ hộp. Cá tươi chứa hàm lượng ẩm khác nhau. Nếu người ta muốn nhận được sản phẩm đồng đều về độ ẩm, thì người ta cần phải tách nước của cá trước khi cho vào hộp qua quá trình sấy. Làm như vậy có lợi là: sản phẩm không bị co dúm khi thanh trùng, mặt khác còn ngăn ngừa các vi sinh vật phát triển trước khi cho vào hộp và ngăn cản nguy cơ cá có thể bị phá hủy trong hộp. Cá không xử lý như trên có thể làm giảm chất lượng nước cốt trong quá trình sấy, thường thay đổi không có lợi về màu sắc, độ đặc, vị và liên kết của sản phẩm.

Ở các nhà máy lớn thường sấy bằng không khí nóng có nhiệt độ khoảng 100 °C và kết hợp với hun khói nhẹ. Trong quá trình này khối lượng sản phẩm giảm từ 10-25 % do nước mất đi. Khi sấy đối với cá thu và các cá tương tự, người ta thường dùng loại phòng sấy, trong đó cá được treo ở giá sấy, còn không khí sấy tuần hoàn bao quanh cá.

Để xông khói cá người ta có thể cấu tạo phòng đơn giản với thể tích 2-3 m³, trong phòng này cá được treo ở trên, gỗ cháy ở dưới. Trên lò xông khói có đặt nắp che hình nón được nối tiếp với ống khói và có lá chắn có thể điều chỉnh được lượng khói ra ngoài nhiều hay ít theo yêu cầu kỹ thuật xông khói.

Nhiên liệu để sinh khói là gỗ khô, ít nhựa và hắc ín như: gỗ sến, gỗ dẽo v.v...gỗ có độ lớn khác nhau: vỏ bào, mụn cưa và củi thanh.

Tùy theo mỗi loại cá người ta có thể xâu qua mồm, mắt hoặc cuống họng của cá, các xâu cá được treo trên sào, hoặc người ta treo các móc chữ S vào sào để treo cá. Các sào được đặt trên giá có thể di chuyển được (ví dụ: giá xe goòng) trên giá có đặt nhiều lớp sào xen kẽ nhau để sản phẩm được xông khói đều.

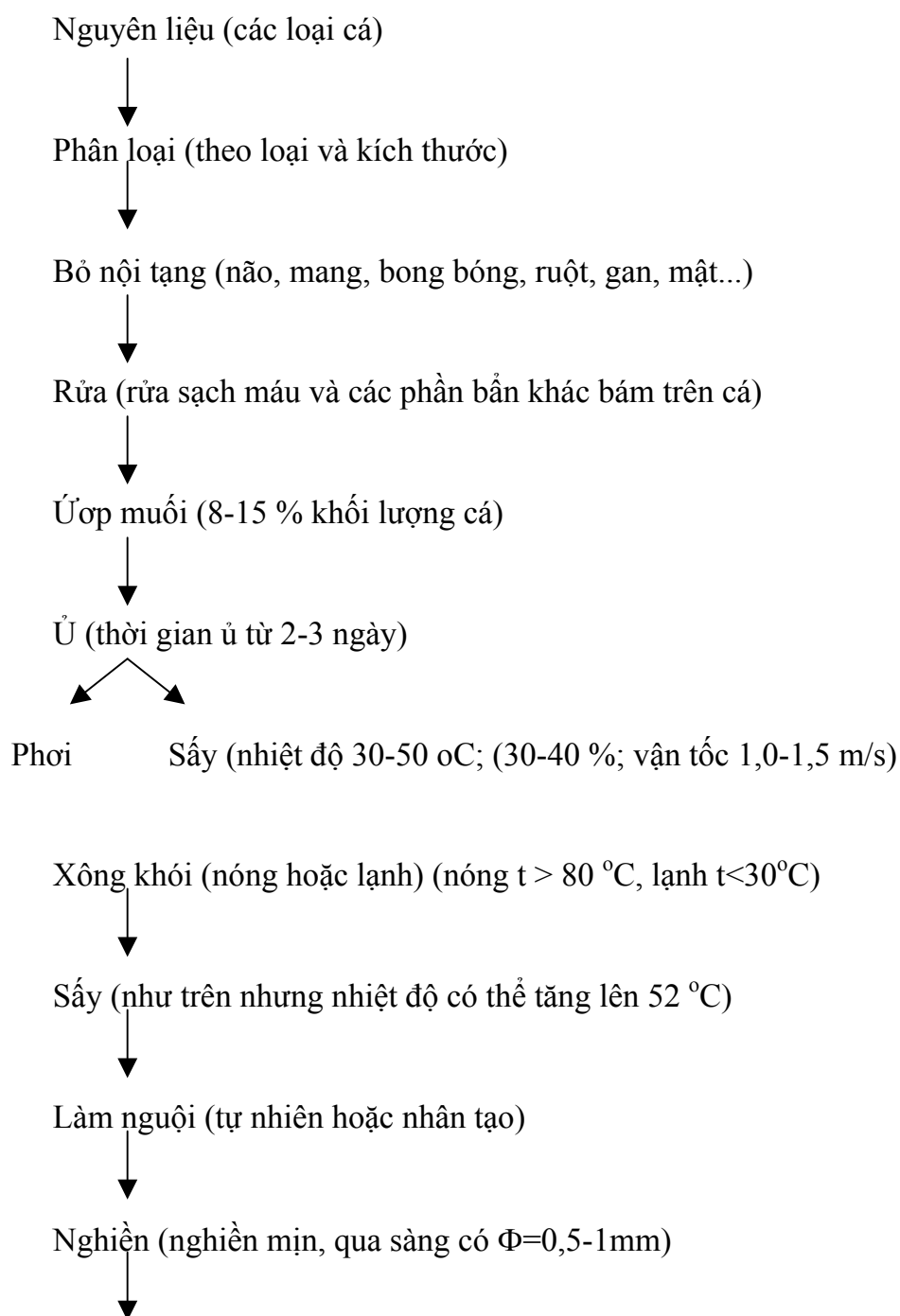
Những cơ sở sản xuất lớn người ta trang bị những lò đặc biệt để sinh ra không khí nóng và khói, có quạt để thay đổi không khí trong quá trình sấy và xông khói. Thiết bị sấy thường sử dụng là loại đường hầm với những xe goòng di chuyển. Trên goòng đặt nhiều sào (trên sào treo các xâu cá hoặc các móc) có khoảng cách và xen kẽ hợp lý. Yêu cầu của thiết bị sấy hoặc xông khói, có thể không chế được các thông số kỹ thuật cơ bản

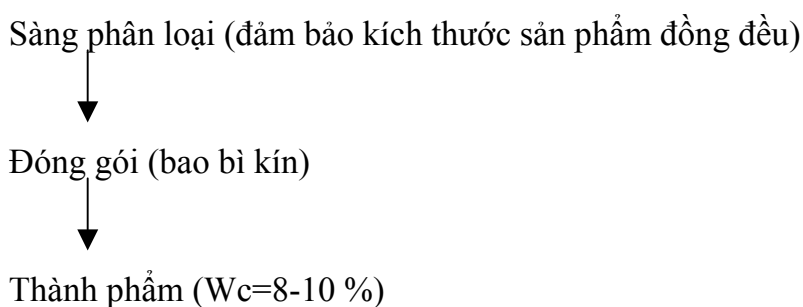
để đảm bảo chất lượng sản phẩm. Đối với các loại cá có độ lớn khác nhau thì thời gian sấy và xông khói cũng khác nhau.

Đối với thiết bị làm liên tục thì phải phân loại cá theo loại và độ lớn để dễ dàng khống chế điều kiện kỹ thuật tạo điều kiện cho sản phẩm khô và hấp phụ khói đều. Thiết bị được phân chia thành vùng: sấy, làm chín, xông khói và làm nguội.

Thiết bị sấy xông khói có thể trang bị bằng băng chuyền xích chuyển động do motor, để vận chuyển những xâu cá cần xông khói với vận tốc thích hợp. Qua đó người ta có thể kiểm tra sản phẩm và điều chỉnh các thông số kỹ thuật thích hợp.

Quy trình kết hợp sấy và xông khói cá:





3.3 KỸ THUẬT SẤY CÁC LOẠI HẠT

Khi mới thu hoạch, hạt thường có độ ẩm cao, trung bình 20-22 %. Một số loại hạt hay quả thu hoạch vào mùa mưa ở nước ta, độ ẩm lúc đầu của chúng có thể tới 35-40 %.

Những hạt ẩm, nếu không được sấy kịp thời có thể bị thâm, chua, thối thậm chí có thể hư hỏng hoàn toàn.

Một số loại hạt như đỗ tương, vừng, hạt cải v.v... phải phơi sấy tới độ khô nhất định mới tách, lấy hạt ra khỏi vỏ thuận lợi.

Tất cả các loại hạt trước khi đưa vào kho bảo quản, nhất thiết phải qua phơi sấy tới độ ẩm an toàn.

3.3.1 Đặc điểm sấy các loại hạt

3.3.1.1 Khả năng thu nhận hơi nước và khí của hạt

Hạt có cấu trúc vật thể keo-mao quản-xốp, do đó nó có tính chất thu nhận hơi và khí. Hiện tượng này được gọi là hấp thụ. Hấp thụ là quy luật phức tạp của nhiều quá trình riêng lẻ: hấp phụ, hấp thụ, ngưng tụ mao quản và hấp phụ hoá học.

- Hấp phụ là sự tiếp nhận khí hoặc hơi ở bề mặt của vật thể rắn. Khi sấy các loại hạt bằng hỗn hợp khí và khói lò, chất lượng của hạt có thể bị giảm do nó hấp thụ mùi của khói, khói này do sự đốt cháy không hoàn toàn của nhiên liệu trong lò, nhất là đối với nhiên liệu hàm lượng lưu huỳnh cao.

- Hấp thụ là hiện tượng thấm sâu của khí hoặc hơi nước vào vật thể bằng khuếch tán vào những lỗ nhỏ của vật thể. Hơi hoặc khí ngưng tụ và thấm sâu vào những thành phần cơ bản của hạt như protein, tinh bột...

- Ngưng tụ mao quản là sự hấp thụ hơi hoặc khí do sự liên kết ngưng tụ trong những ống mao quản của vật thể. Sự ngưng tụ hơi nước trong các mao quản của vật thể xuất hiện do sự giảm áp suất hơi bão hoà dưới ảnh hưởng của lực mao quản trong các mao quản.

- Hấp thụ hoá học là sự tiếp nhận hơi hoặc khí của vật thể do thực hiện các phản ứng hoặc biến đổi hoá học của các thành phần hóa học trong vật thể.

Hạt có cấu tạo tế bào và xen kẽ bởi những lỗ mao quản tạo thành một hệ thống mao quản lớn và bé. Bên trong của hạt bao gồm nhiều thành phần khác nhau, trong đó có protein, glucit là những chất keo liên kết tốt với nước.

Hạt có bề mặt hoạt động của hạt và khối hạt rất lớn.

3.3.1.2 Quá trình hấp thụ của hạt và khối hạt

- Sự khuếch tán bên ngoài: sự xâm nhập của không khí, hơi nước vào những khoảng không giữa các hạt.
- Sự xâm nhập của không khí hơi nước từ các khoảng không vào trong hạt người ta gọi là khuếch tán bên trong.
- Sự ngưng tụ hơi nước trong mao quản.
- Sự xâm nhập của nước ngưng tụ vào bên trong hạt.
- Sự xâm nhập của hơi từ khoảng không giữa các hạt vào hạt riêng lẻ
- Sự vận chuyển ẩm qua thành tế bào vào bên trong và tạo liên kết với chất keo trong hạt (protein, tinh bột...)
- Vận tốc khuếch tán bên ngoài phụ thuộc vào nhiệt độ của hơi, áp suất hơi và tốc độ của hơi xung quanh hạt.
- Vận tốc khuếch tán bên trong phụ thuộc vào nhiệt độ của hơi, áp suất hơi, thành phần hoá học và cấu trúc của hạt.

3.3.1.3 Độ ẩm trong hạt

- Ẩm được chia ra làm hai loại: ẩm có thể tách được và ẩm không thể tách được. Giá trị độ ẩm của hạt phụ thuộc vào tính chất của hạt và dạng liên kết ẩm. Độ ẩm tới hạn khác nhau đối với những loại hạt khác nhau: ví dụ ở nhiệt độ 25 °C: lúa mạch là 36,5 %; lúa mì: 22,5 % và thóc là 38 %.
- Hạt được sấy khô chỉ đến độ ẩm cân bằng hoặc độ ẩm cuối tương ứng với độ ẩm tương đối và nhiệt độ của tác nhân sấy.
- “ẩm trương nở”
- Độ ẩm của hạt có thể vượt quá độ ẩm tới hạn chỉ trong trường hợp nếu hạt được thu hoạch hoặc vận chuyển khi trời mưa.

3.3.1.4 Quá trình bay hơi của ẩm từ hạt

Ẩm tập trung ở bề mặt hạt thường là ẩm dính ướt và ẩm mao quản, nó bốc hơi tương tự như sự bay hơi của nước ở bề mặt thoáng.

Sự bay hơi của ẩm liên kết lý hoá học (ẩm tới hạn của hạt) rất là khó khăn vì ẩm này được tạo thành ở những lớp bên trong của hạt và người ta cần phải cưỡng bức nó vận chuyển đến bề mặt của hạt trong quá trình sấy.

Sự vận chuyển ẩm hoặc sự thay đổi ẩm xảy ra từ nơi có độ ẩm cao đến nơi có độ ẩm thấp hơn. Vận tốc chuyển ẩm phụ thuộc vào độ chênh lệch ẩm và khả năng dẫn ẩm của hạt.

Ẩm có thể vận chuyển ở dạng lỏng và dạng hơi. Đối với hạt có độ ẩm lớn thì ẩm vận chuyển chủ yếu ở dạng lỏng, với độ ẩm nhỏ vận chuyển chủ yếu ở dạng hơi.

Bề mặt bốc hơi ẩm của hạt không giống như bề mặt hình học của hạt. Bề mặt bay hơi bao gồm ẩm vận chuyển từ các mao quản sâu trong hạt và tạo nên những vùng bốc hơi, khi độ ẩm của hạt tăng thì vùng bốc hơi cũng tăng.

Để tăng tốc độ bốc hơi thì khối hạt được đun nóng trong máy sấy đến nhiệt độ nhất định. Việc đun nóng hạt đóng vai trò quan trọng trong vận chuyển ẩm. Ẩm chuyển động dưới ảnh hưởng của nhiệt độ theo hướng của dòng nhiệt nghĩa là từ nơi có nhiệt độ cao đến nơi có nhiệt độ thấp hơn. Hiện tượng vận chuyển ẩm do tác dụng nhiệt được gọi là khuếch tán nhiệt ẩm.

Một trong những nguyên nhân của chuyển động ẩm là sự chuyển động phân tử chất lỏng tương tự như sự khuếch tán nhiệt trong dung dịch. Nguyên nhân thứ 2 của chuyển động ẩm trong hạt là sự giảm bớt lực hút của những mao quản khi nâng nhiệt độ ở vùng có nhiệt độ cao thì lực hút mao quản nhỏ đi, do đó ẩm được vận chuyển đến nơi có nhiệt độ thấp hơn.

Nguyên nhân thứ 3 của chuyển động ẩm trong hạt là do sự tồn tại của “không khí bị nhốt” trong những ống mao quản của hạt, không khí này không có khả năng đi ra trực tiếp, nhưng nó bị đun nóng thì không khí bị nhốt tăng lên làm cho nó chuyển động đến nơi có áp suất thấp hơn. Kết quả là sự phá vỡ áp suất cơ học tạo điều kiện cho ẩm bốc hơi.

Trên cơ sở phân tích trên, người ta coi quá trình sấy hạt như sau: dưới tác dụng đun nóng hạt, ẩm tự do (liên kết cơ học) bốc hơi, trong những mao quản lớn ẩm bốc hơi mãnh liệt tương tự như sự bay hơi ở bề mặt thoáng của nước, xung quanh hạt tạo thành màng bốc hơi tương ứng với giai đoạn vận tốc sấy không đổi. Sau khi đun nóng bốc hơi bao quanh hạt bị “rách” thì màng hơi mới xuất hiện ở bên trong các mao quản nhỏ và bắt đầu giai đoạn vận tốc sấy giảm, lượng ẩm được chuyển dời từ bên trong hạt ra đến bề mặt hạt ở thể hơi, mà hơi này được tạo ra ở lớp bay hơi hay còn gọi “màng sấy” ở sâu bên trong hạt và kèm theo sự khuếch tán ở thể lỏng.

Sự bay hơi của ẩm liên kết cơ học ở bề mặt hạt người ta gọi là khuếch tán ngoài, còn việc vận chuyển bốc hơi của ẩm trong hạt gọi là sự khuếch tán bên trong. Vận tốc bốc ẩm liên kết cơ học lớn hơn vận tốc ẩm liên kết lý hoá học.

3.3.2 Tính chất sấy các loại hạt khác nhau

3.3.2.1 Lúa mì

Yêu cầu: phải đảm bảo số lượng và chất lượng của gluten.

Đặc điểm: bắt đầu ở nhiệt độ từ 50°C đã có sự thay đổi nhỏ về số lượng và chất lượng của gluten. Vì vậy nhiệt độ sấy chỉ cho phép đến 50°C.

3.3.2.2 Lúa, ngô

Lúa ngô là những cây lương thực chính của nhân loại.

Lúa ngô sau khi thu hoạch có độ ẩm cao, cần phải làm khô.

Phương pháp sấy nhân tạo có các ưu điểm sau so với phơi:

- tỷ lệ thu hồi gạo xay xát cao hơn
- tỷ lệ thu hồi gạo nguyên cao hơn.

Kỹ thuật sấy:

Nhiệt độ sấy tối đa phụ thuộc vào mục đích sử dụng của hạt:

- hạt làm thức ăn gia súc, t_{\max}° là 74 °C
- hạt để người tiêu thụ t_{\max}° là 57 °C
- hạt để xay xát và chế biến, t_{\max}° là 60 °C
- hạt làm giống và làm bia, t_{\max}° là 43 °C

Để đạt được nhiệt độ lớp sấy hạt nhỏ hơn 43 °C, trong quá trình sấy cần phải điều chỉnh nhiệt độ tác nhân sấy phù hợp:

- khi bắt đầu quá trình sấy, độ ẩm thóc ngô sấy 22-26 %, nên giữ nhiệt độ tác nhân sấy là 49 °C ngay từ đầu quá trình sấy.
- Khi độ ẩm đạt 16 %, giảm nhiệt độ tác nhân sấy tới 45 °C
- Khi độ ẩm đạt 14 %, giảm nhiệt độ tác nhân sấy đến 43 °C và giữ nhiệt độ này đến khi kết thúc.

Độ ẩm kết thúc quá trình sấy là 13-13.5 %.

3.3.2.3 Các hạt họ đậu

Các hạt họ đậu thường chứa một lượng khá lớn protein (đến 25 %), phần lớn là tinh bột từ 46-52 % và lipit từ 2-3 %.

Nếu nhiệt độ đun nóng các hạt họ đậu từ 28-30 °C, hạt bắt đầu nứt và nhăn nheo. Vỏ và lớp sát vỏ khô nhanh, ngăn cản sự bốc ẩm từ bên trong hạt đến bề mặt hạt và nâng cao áp suất hơi bên trong hạt dẫn đến sự rạn nứt ở vỏ làm hư hại hạt, kết quả phá hủy khả năng nảy mầm của hạt.

Protein của các hạt họ đậu rất nhạy cảm với sự tăng nhiệt độ, nó bị giảm đi ở nhiệt độ 30 °C. Bởi vậy sấy các hạt họ đậu được thực hiện hai hoặc nhiều giai đoạn sấy để giữ chất lượng sản phẩm và nâng cao năng suất của máy sấy.

3.3.2.4 Sấy đối với các hạt có dầu

Phần lớn các hạt có dầu có lớp vỏ cứng, giữa vỏ và nhân có lớp không khí mỏng. Để ngăn cản sự thay đổi như rạn nứt, sém hoặc cháy vỏ của một số hạt có dầu chỉ được phép sấy đến nhiệt độ 60 °C.

3.3.3 Các phương pháp sấy hạt

- Hong gió tự nhiên: sử dụng trong trường hợp hạt mới thu hoạch có độ ẩm cao, hạt bị mưa và khối lượng không lớn. Hạt cần trải thành lớp mỏng, tốt nhất là xếp thành nhiều tầng đặt trên giá hong và đảm bảo thoáng gió.

- Hong gió nhân tạo: nguyên tắc giống hong gió tự nhiên, ở đây không khí bị cưỡng bức thổi qua hạt nhờ quạt hút và đẩy, tốc độ bốc hơi nước nhanh hơn.

- Phơi nắng

- Rang khô hạt: chỉ thích hợp để sấy nhanh lượng hạt không lớn, không yêu cầu chế độ nhiệt nghiêm ngặt.

- Sấy đối lưu: tốc độ nhanh, năng suất lớn, chất lượng hạt đồng đều và bảo đảm.

Sử dụng khối lò để tăng hiệu suất sử dụng nhiệt, tuy nhiên nhiên liệu đốt khối lò thường có lưu huỳnh, tạo ra khí độc khi cháy, nên trong một số trường hợp không thích hợp để sấy.

Có nhiều kiểu sấy đối lưu: sấy động, sấy tĩnh, sấy liên tục, sấy gián đoạn, không khí đi dọc hay ngang lớp hạt, hạt ở dạng tầng sôi hay trong dòng khí v.v...

Một số thiết bị sấy thường được sử dụng để sấy hạt như: sấy băng tải, tháp sấy, sấy tầng sôi, sấy thùng quay, sấy giường trượt...

Ở nước ta, khi sấy ngô thóc máy sấy SH1-200 được sử dụng nhiều nhất. Có đặc tính: gọn, nhẹ, đơn giản, giá rẻ phù hợp mọi đối tượng, làm khô nông sản tại chỗ, tiêu hao ít điện, nhiên liệu dùng phong phú: củi, trấu, than tổ ong...

Cấu tạo:

- phần buồng sấy: buồng sấy hình trụ đứng kiểu lưới, thóc được chứa trong hình vành khuyên. Khí nóng được chứa trong hình trụ trong dạng lồng lưới, đồng tâm hình trụ ngoài. Phía trên hình trụ trong có chóp tản nhiệt đáy kín. Giá đỡ toàn bộ phía dưới là hình nón cụt có 3 cửa tháo liệu.

- phần cấp nhiệt: gồm hệ thống tuy-e, quạt, bếp than tổ ong.

- nguyên lý làm việc: không khí nóng được ống tuy-e hút và nhờ quạt đẩy hỗn hợp khí nóng theo ống dẫn gió vào buồng cấp nhiệt lồng lưới trong. Nhờ cấu tạo bằng lưới, không khí nóng đi qua lớp sấy dễ dàng. Dòng không khí nóng làm nóng vật liệu sấy, hút ẩm từ vật liệu và chuyển ra ngoài không khí qua lồng lưới ngoài.

3.4 CÔNG NGHỆ SẤY MALT

3.4.1 Mục đích và các nguyên lý cơ bản của sấy malt

Malt tươi có độ ẩm khá cao (42-45 %) nên không thể bảo quản được. Mặt khác, mùi vị và thành phần hoá học của malt tươi không thích hợp cho việc sản xuất bia như: trong nó không có chất màu, không có chất thơm, nhiều protein nên có thể làm giảm độ bền hoá lý của bia. Trong mầm malt có chứa alcaloit, hodenin làm cho bia có mùi vị khó chịu. Do đó để thỏa mãn nhu cầu sản xuất bia, malt tươi cần phải sấy.

Khi sấy ngoài việc giảm ẩm ra còn làm thay đổi mùi vị, màu sắc và thành phần hoá học của malt. Các thay đổi này do quá trình sinh hoá, hoá học và hoá lý trong hạt sinh ra. Mùi thơm và vị của malt chủ yếu do các melanoidin tạo nên.

Trong giai đoạn đầu sấy malt, khi độ ẩm của malt còn khá cao trong hạt xảy ra quá trình men nhằm thủy phân các chất của hạt. Lúc đó hoạt tính của enzym thể hiện cao hơn nhiều so với khi ươm mầm. Sở dĩ như vậy vì hầu hết các loại enzym hoạt động thích hợp ở nhiệt độ 37-80 °C. Phụ thuộc vào phương pháp nâng nhiệt và nhiệt độ sấy cao nhất mà ta thu được những loại malt khác nhau (malt vàng hay malt đen).

Tăng nhiệt độ trong quá trình sấy sẽ làm giảm hoạt tính của enzym. Vì khi nâng nhiệt sẽ làm biến tính và đông tụ protêin. Chúng ta biết rằng: trong nước có nhiệt độ 60 °C nhiều enzym đã bị giảm hoạt tính của mình, còn nếu giữ nó vài phút ở nhiệt độ 75-80 °C thì hầu như nó bị mất hoạt tính. Từ đó suy ra độ ẩm của malt khi sấy càng cao thì enzym vô hoạt càng nhanh. Khi sấy phải chú ý giữ đủ lượng enzym cho sản xuất bia. Do đó khi xây dựng đồ thị sấy malt phải tính đến quan hệ xác định độ ẩm và nhiệt độ. Ví dụ: như sấy malt vàng, ở giai đoạn hạt có 30 % ẩm thì nhiệt độ sấy cho phép 40 °C, vậy khi sấy nhiệt độ sấy 50 °C thì độ ẩm malt phải giảm còn 12 %, nếu nhiệt độ sấy tăng lên đến 60 °C thì độ ẩm của malt phải còn 8 %. Malt đen sấy ở nhiệt độ cao hơn malt vàng. Tuy nhiên, nhiệt độ sấy cao nhất cũng không vượt quá 105 °C vì nếu sấy ở nhiệt độ quá cao sẽ phá huỷ nhiều enzym.

Khi malt có độ ẩm cao, nếu tăng nhiệt độ sấy nhiều sẽ dẫn tới sự tạo thành malt dạng “keo khô”. Sở dĩ như vậy vì ở khoảng 60 °C xảy ra sự hồ hoá tinh bột và tiếp tục nâng nhiệt độ nó sẽ tạo thành hạt cứng. Trong khi đó các protein không biến đổi khi ươm mầm, nhờ dưới tác dụng của enzym protêaza sẽ hoà tan và thấm vào hạt tinh bột. Sau đó tiếp tục tăng nhiệt độ nó sẽ chuyển sang dạng keo khô. Malt dạng keo khô khó nghiền, hoà tan ít và hiệu suất chiết thấp.

3.4.2 Các giai đoạn sấy malt

Kết hợp đúng đắn giữa nhiệt độ sấy và độ ẩm của malt vào từng thời điểm sấy sẽ giúp cho sấy malt khô và giảm tối thiểu sự mất mát hoạt tính của các enzym. Thời gian sấy malt không những dựa trên tốc độ thải ẩm, sự bảo toàn hoạt tính enzym còn phải dựa vào các biến đổi sinh hoá và hoá học theo yêu cầu. Do đó mà quá trình sấy malt chia

thành hai giai đoạn: giai đoạn tách nước và giai đoạn sấy khô. Trong giai đoạn đầu thì ẩm trong hạt nhanh chóng và dễ dàng hạ xuống còn 10-8 %, sự giảm ẩm malt từ 8-10 % xuống 4- 2,5 % là giai đoạn sau và giai đoạn này tiến triển rất chậm vì lúc này ẩm liên kết bền vững với các chất keo của hạt. Trong giai đoạn hai xảy ra các phản ứng hoá học và hoá lý giữa các thành phần của malt.

Phụ thuộc vào các quá trình xảy ra trong malt khi sấy, chia quá trình sấy thành ba thời kỳ: sinh lý, men và hoá học.

-Thời kỳ sinh lý:

Nhiệt độ cao nhất của thời kỳ này là 45 °C. Trong hạt xảy ra quá trình men, rễ, mầm vẫn tiếp tục phát triển. Độ ẩm của malt trong thời kỳ này giảm đến 30 %. Tại nhiệt độ 45 °C quá trình tổng hợp ngừng, nhưng quá trình thủy phân, quá trình men vẫn tiếp tục.

- Thời kỳ men:

Thời kỳ này nằm trong khoảng nhiệt độ 45-70 °C. Các quá trình sống bị ngừng: mầm, rễ không phát triển nữa và malt cũng ngừng hô hấp. Trong thời kỳ này quá trình thủy phân dưới tác dụng của enzym phát triển mạnh nhất vì nhiệt độ thích hợp của hầu hết các enzym nằm trong khoảng 45-60 °C. Nhưng sự tác dụng của enzym còn phụ thuộc vào hàm lượng nước. Do đó malt đen ở thời kỳ này độ ẩm còn 20-30 % nên enzym còn hoạt động mạnh. Riêng malt vàng còn 10 % độ ẩm nên hoạt động của enzym không đáng kể.

- Thời kỳ hoá học:

Thời kỳ này nằm trong khoảng nhiệt độ 70-105 °C. Ở nhiệt độ trên 75 °C thì các quá trình men chuẩn bị ngừng vì các enzym bị vô hoạt hoá một phần, một phần khác bị chất keo của hạt hấp phụ và chuyển sang dạng không hoạt động. Thời kỳ hoá học được đặc trưng bằng sự tạo thành chất thơm, sự đông tụ protêin, sự làm yếu và phá huỷ từng phần của các enzym.

+ Các quá trình sinh hoá và hoá học xảy ra trong sấy malt:

Sấy malt gây cho enzym nhiều ảnh hưởng khác nhau. Có một số enzym ở nhiệt độ cao bị tiêu diệt, một số khác chỉ bị giảm hoạt tính. Nhóm xitaza ở nhiệt độ 60 °C đã bị vô hoạt hoá nhiều. Enzim amilaza bị giảm hoạt tính và khi sấy malt vàng thì giảm ít hơn là sấy malt đen. Enzim β -amilaza mất hoạt tính nhiều hơn enzym α -amilaza.

Hoạt tính của enzym proteaza trong thời kỳ đầu có tăng chút ít, sau đó giảm dần và trong malt vàng thành phần gần bằng lúc đầu, còn trong malt đen thành phẩm vì sấy ở nhiệt độ cao (lớn hơn 100 °C) nên giảm nhiều.

Trong thời kỳ sinh lý và thời kỳ men, trong malt vẫn tiếp tục các quá trình thủy phân. Dưới tác dụng của enzym amylaza, một ít tinh bột được đường hóa. Quá trình này phụ thuộc rất lớn vào độ ẩm và khi độ ẩm của hạt còn 15 % thì quá trình này bị đình chỉ.

Một quá trình quan trọng trong quá trình sấy malt là phản ứng melanoidin. Sự có mặt của các melanoidin đã làm cho màu của malt tối hơn và cho malt thành phẩm có mùi đặc trưng.

Sự tác dụng hoàn toàn của các aminoaxit với đường phụ thuộc vào nhiệt độ và thời gian đốt nóng. Độ hoà tan của các melanoidin phụ thuộc vào nhiệt độ của các phản ứng đã tạo ra nó. Ở nhiệt độ cao, sự tạo thành các melanoidin xảy ra mạnh nhưng sản phẩm được tạo thành ít thơm và ít tan trong nước.

Hoạt tính của các aminoaxit tham gia vào phản ứng melanoidin phụ thuộc vào nhiệt độ, pH, lượng nước và một số yếu tố khác. Tham gia vào phản ứng này mạnh nhất là glixin và alanin. Sản phẩm melanoidin của chúng cho màu rất đậm và có mùi bia. Nhưng có mùi thơm mạnh hơn cả là valin và leuxin. Phenylalanin và valin có hoạt tính với phản ứng melanoidin không mạnh và sản phẩm của nó cho màu tối, có mùi thơm dễ chịu giống như mùi hoa hồng. Leuxin cho sản phẩm nhạt màu nhưng có mùi bánh mì rất rõ.

Các protein tham gia phản ứng với đường nhờ sự có mặt của nhóm $-NH_2$ tự do. Do đó aminoaxit hoạt hoá hơn protein. Ngoài ra, hoạt tính của các aminoaxit khác nhau phụ thuộc vào chiều dài của chuỗi axit đó. Nhóm $-NH_2$ cách nhóm $-COOH$ càng xa thì axit đó tham gia càng mạnh vào phản ứng melanoidin. Vận tốc tạo thành melanoidin còn phụ thuộc vào bản chất của đường tham gia phản ứng. Hoạt tính của các đường theo chiều giảm dần: arabinosa, glucoza, galactoza, fructoza. Đặc biệt, tham gia mạnh vào phản ứng melanoidin là các pentoza và mạnh nhất là kxiloza. Melanoidin là những chất tạo bọt tốt, nó cho phản ứng axit rất rõ và có các tính khử.

3.4.3 Những yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến vận tốc sấy và chất lượng của malt

Những yếu tố vật lý ảnh hưởng đến quá trình sấy malt là lượng ẩm cần phải tách ra khỏi hạt; nhiệt độ; độ ẩm; không khí và lượng không khí đi vào và đi ra khỏi thiết bị sấy.

Độ ẩm của malt trong quá trình sấy malt được giảm từ 42-45% xuống còn 2-4%. Đối với malt vàng lượng ẩm đó được thải ra trong 24 h. Còn malt đen trong 48 h. Quá trình thải ẩm vật lý gồm ba giai đoạn:

- Giai đoạn thải ẩm tự do: giới hạn về độ ẩm của giai đoạn này là 20%.
- Giai đoạn trung gian: nằm trong khoảng 20-12%.
- Giai đoạn thải ẩm liên kết: <12%.

Trong khi sấy nếu malt có độ ẩm lớn hơn 12% thì nước sẽ bốc hơi tự do. Còn nước liên kết bốc hơi khó và đòi hỏi nhiệt độ sấy phải cao.

Nếu tăng nhiệt độ sấy khi độ ẩm của malt còn cao sẽ làm tăng hoạt tính của enzym và kết quả trong hạt sẽ tích lũy nhiều sản phẩm thủy phân. Tiếp tục tăng nhiệt độ lên trên 60 °C sẽ làm cho protein của các enzym bị biến tính và đông tụ, cuối cùng enzym bị vô hoạt.

Để tăng nhanh quá trình sấy malt không nên tăng nhiệt độ sấy. Vì tăng nhiệt độ sấy sẽ ảnh hưởng đến hoạt tính của enzym. Nếu tăng thể tích không khí nóng đi qua lớp hạt thì sẽ làm cho nước trong hạt thoát ra nhanh mà vẫn đảm bảo nhiệt độ sấy thấp. Ở giai đoạn cuối mới tăng nhiệt độ sấy lên 75-85 °C. Lúc đó vì ẩm trong hạt thấp nên sự ảnh hưởng đến hoạt tính enzym không nhiều.

Các phương pháp và chế độ công nghệ sấy malt:

Để sấy malt người ta có thể sử dụng thiết bị sấy gián đoạn hay liên tục. Tác nhân sấy có thể sử dụng là không khí sạch cho qua calorife hoặc hỗn hợp khí lạnh và khí đốt.

Trong thiết bị sấy có calorife khí đốt không tiếp xúc trực tiếp với malt đem sấy và do đó chất đốt có thể sử dụng bất kỳ. Còn trong thiết bị sấy đốt trực tiếp nhiên liệu, đòi hỏi cao hơn: khí đốt không chứa mùi lạ và không có hạt cứng lơ lửng. Loại thiết bị sấy này thường sử dụng khí đốt thiên nhiên, chất đốt lỏng, than đá và than không có khói v.v... Để sấy malt, người ta có thể sử dụng những máy sấy khác nhau. Ví dụ: phòng sấy, nhà sấy có từ 2-3 lưới sắt nằm ngang có bộ phận cào đảo. Tác nhân sấy có thể đi từ dưới lưới vuông góc với lớp sản phẩm hoặc tác nhân sấy bị cưỡng bức đi song song và lướt qua bề mặt sản phẩm sấy. Người ta cũng có thể sử dụng máy sấy băng chuyền (nhiều băng tải) hoặc sấy tháp có nhiệt độ thích hợp để tăng độ khô đồng đều của sản phẩm sấy đồng thời phân bố đều tác nhân sấy tương ứng với nhiệt độ cho phép của từng giai đoạn sấy của malt. Loại máy sấy malt được dùng phổ biến là máy sấy thùng quay với tác nhân sấy được đưa vào ống trung tâm (trục quay của máy sấy) và từ đó nó được phân phối đều qua các lỗ nhỏ ($\Phi=8-10\text{mm}$) trên ống trung tâm. Người ta có thể khống chế nhiệt độ, độ ẩm và lưu lượng của tác nhân thích ứng với từng giai đoạn sấy như đã nêu trên.

Hiện nay một số cơ sở sản xuất bia ở nước ta đã sản xuất malt từ đại mạch hoặc từ nguyên liệu thay thế (malt hoặc từ các loại thóc), nhưng chủ yếu là dùng phương pháp phối. Trong quá trình phối chúng ta có thể đạt được độ ẩm mong muốn của malt, tiết kiệm được thiết bị và năng lượng để sấy...nhưng nó không đủ nhiệt độ cần thiết, đặc biệt ở giai đoạn nhiệt độ từ 70-85 °C để thực hiện những phản ứng sinh hoá và hoá học cần thiết để tạo ra màu sắc, hương và vị của malt. Vì vậy muốn tăng chất lượng của malt đồng thời cũng là tăng chất lượng của bia thì phải qua quá trình sấy malt. Để tiết kiệm năng lượng ta có thể kết hợp phối sấy một cách hợp lý. Giai đoạn đầu độ ẩm của malt từ 42-45 % xuống độ ẩm 15-18 %, ta có thể phối hoàn toàn, nhưng ở giai đoạn 2 độ ẩm của malt từ 15-18 % đến độ ẩm cuối của malt khoảng 3-5 % ta phải thực hiện quá trình sấy để đạt các yêu cầu nói trên.

3.4.4 Bảo quản malt khô

Malt vừa sấy xong không nên đem xử lý để nấu bia ngay. Vì lúc đó malt rất dòn nên khi nghiền sẽ nát nhiều và khi lọc dịch đường sẽ khó lọc. Đôi khi còn làm cho đường hóa khó, lên men kém và dễ làm cho bia đục. Để tránh hiện tượng này, malt trước khi đưa vào sản xuất bia phải được bảo quản từ 3-4 tuần lễ.

Malt cũng giống như hạt, cũng có thể bảo quản trong kho hoặc xilô chứa. Bảo quản malt trong xilô là thích hợp hơn cả, vì bề mặt tiếp xúc không khí ít, nên độ ẩm của malt thay đổi không đáng kể.

Khi bảo quản độ ẩm của malt tăng lên đến khoảng 5-6 %. Do đó thể tích hạt tăng, hạt tinh bột mất tính dòn. Khi nghiền sẽ ít bị nát, có thể giữ được nguyên vẹn vỏ malt. Mặt khác malt sau khi bảo quản sẽ có lượng nitơ hoà tan cao, các chất khoáng và độ axit tăng. Khi độ ẩm tăng thì hoạt tính của enzym có trong malt cũng tăng theo. Sở dĩ như vậy vì ở một độ ẩm nhất định của hạt enzym liên kết với nước bằng liên kết hydro. Ở trạng thái liên kết đó enzym sẽ hoạt hoá cao. Nếu độ ẩm của hạt giảm, liên kết enzym nước bị tách ra và enzym sẽ bị mất hoạt tính.

Malt khô, trước khi đưa vào sản xuất bia cần phải cho qua máy làm sạch để loại bỏ mầm, rễ còn sót và làm sạch hết bụi. Lúc đó bề mặt của malt sẽ sáng hơn, malt đồng đều hơn và có vị tinh khiết hơn.

3.5 KỸ THUẬT SẤY CÁC LOẠI RAU QUẢ

3.5.1 Ý nghĩa:

- bảo quản hiệu quả
- hạn chế tổn thất sau thu hoạch
- sử dụng thuận tiện

3.5.2 Sơ đồ công nghệ sấy rau quả

Rau, quả (phải thích hợp cho quá trình sấy)



Làm sạch (khô, ướn)

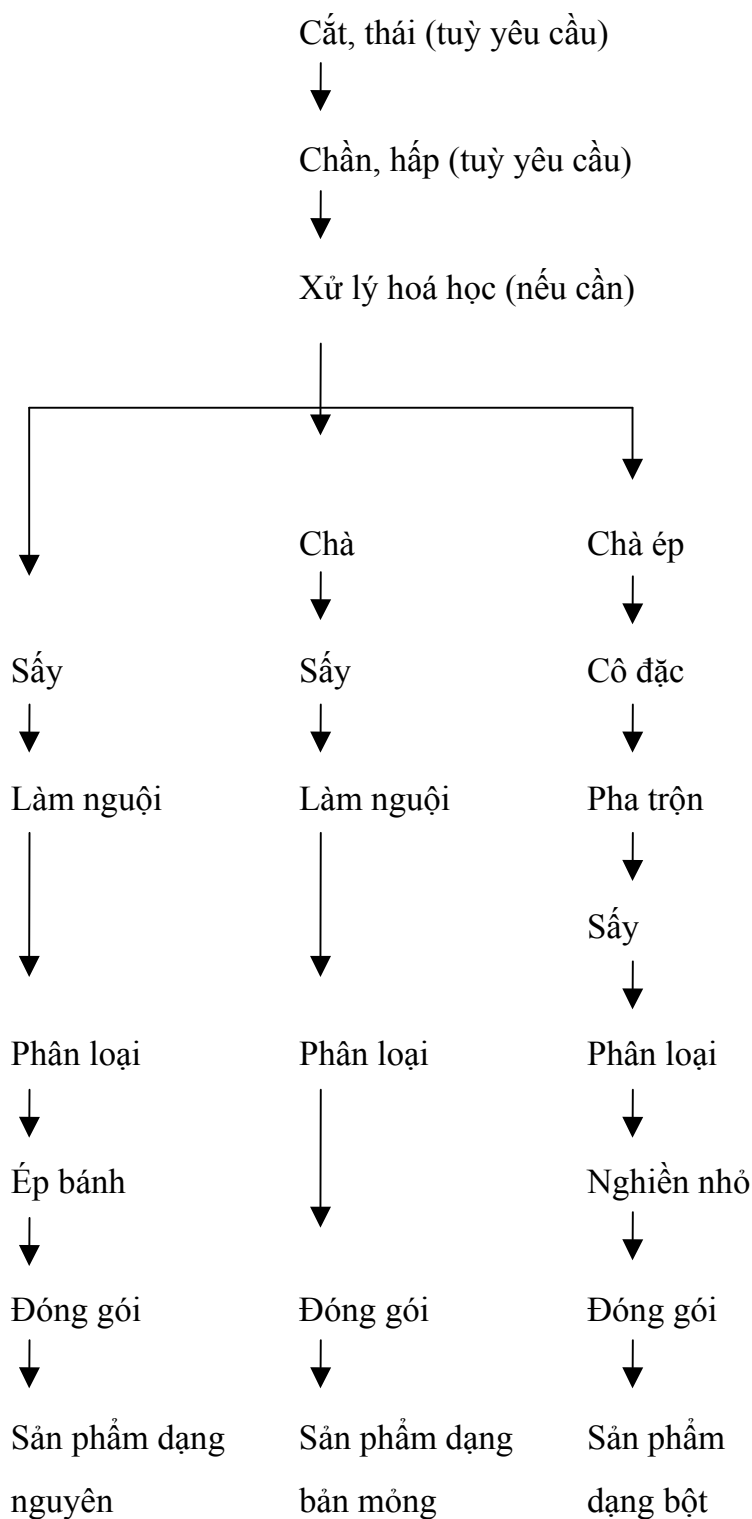


Lựa chọn phân loại (theo kích thước)



Gọt sửa





3.5.3 Các nhân tố chính ảnh hưởng đến hiệu quả sấy

3.5.3.1 Chần, hấp

- biến đổi hoá lý có lợi cho sự thoát nước khi sấy:

+ Môi trường tế bào = hệ keo phức tạp. Dưới tác dụng nhiệt, trạng thái keo biến đổi, mô thực vật mềm ra, tế bào trương nở, không khí thoát ra, chất nguyên sinh đông tụ

tách ra khỏi màng tế bào, làm độ thấm hút của màng tế bào tăng lên. Do vậy khi sấy nước thoát ra dễ hơn. Chần hấp còm làm giảm độ hút ẩm của rau quả khô.

+ Rau quả giàu glucit: làm tăng độ xốp.

+ Rau quả có lớp sáp mỏng: làm mất lớp sáp, tạo ra vết nứt nhỏ trên bề mặt.

- tiêu diệt vi sinh vật

- vô hoạt hoá hệ thống enzym:

+ các enzym quan trọng: peroxidaza, poliphenoloxidaza, tirozinaza, ascobinaza, amilaza, photphorilaza, photphoglucomataza. Trong đó peroxidaza bền nhiệt nhất, cần gia nhiệt trên 75°C để vô hoạt hoá.

3.5.3.2 Xử lý hoá chất

- Axit xitric: kìm hãm sự biến màu không do enzym.

- Axit sunfuro, muối sunphit: có tính khử mạnh, tác dụng với nhóm hoạt động của enzym oxy hoá (ascobinaza, peroxidaza), làm chậm các phát ứng sẫm màu. Ngăn ngừa sự tạo thành melanoidin. Ổn định vitamin C. Hàm lượng tối thiểu để có tác dụng: 0.02 %.

- Chất tạo nhũ tương (monostearat glyxerin, albumin): ứng dụng trong kỹ thuật sấy màng bột, tăng chất lượng sản phẩm sấy.

- CaCl₂: làm chậm lại quá trình sẫm màu, ngăn ngừa hiện tượng nhũn trong quá trình nấu chín, cải thiện tốc độ hồi nguyên và tăng độ cứng của sản phẩm hồi nguyên (tạo phức pectat canxi)

3.5.3.3 Các thông số của quá trình sấy

- **Nhiệt độ sấy:** nhiệt độ cao - tốc độ sấy nhanh <> chất lượng sản phẩm. Rau quả chịu nhiệt kém: trong môi trường ẩm, khi $t > 60$ °C, protein biến tính; trên 90 °C fructoza bị caramen hoá. Nhiệt độ cao hơn nữa: cháy. Vì vậy nhiệt độ sấy phải ôn hoà. Tùy nguyên liệu, to không quá 80-90 °C, nhiệt độ tác nhân sấy không quá 100 °C. Nếu thời gian sấy ngắn (sấy trực lặn, sấy phun) nhiệt độ sấy có thể 150 °C.

Chất lượng sản phẩm còn phụ thuộc tốc độ tăng nhiệt. Tốc độ cao làm bề mặt rắn lại, ngăn cản sự thoát ẩm. Tốc độ chậm, cường độ thoát ẩm yếu.

- Cách sắp xếp vật liệu sấy: nếu không phù hợp, lưu thông không khí kém, nhiệt không đồng đều.

- **Độ ẩm tương đối của không khí:** ẩm không khí thấp, khả năng hút ẩm càng cao. Đối với sấy buồng hay hầm, độ ẩm không khí vào là 10-30 %, độ ẩm ra 40-60 %. Đối với sấy phun, độ ẩm tương ứng là 5-10 % và 20-40 %. Nếu ẩm vào quá thấp làm rau quả bị nứt hoặc tạo ra vỏ khô trên bề mặt, nếu cao quá làm giảm tốc độ sấy. Nếu không khí ra khỏi thiết bị có ẩm thấp, tổn năng lượng. Điều chỉnh độ ẩm không khí bằng cách điều chỉnh nhiệt độ không khí vào, tốc độ lưu thông và lượng vật liệu ẩm.

- **Sự lưu thông của không khí:** ở giai đoạn đầu cần tốc độ gió lớn hơn. Tốc độ gió thường dùng: 0.4-4 m/s. Đối với sấy phun, v=150 m/s.

- **Độ dày của lớp sấy**

Bảng 3.1: Nhiệt độ sấy và điều kiện chần đối với một số loại rau

Loại rau	Thời gian chần thích hợp (s)	Nhiệt độ sấy thích hợp (oC)	Hàm lượng ẩm của spí		Thời gian sấy (giờ)	Tỷ lệ tươi/khô
			Ban đầu %	Ban cuối %		
Bắp cải trắng	Nước 60-120 Hơi nước 300	55-60	89-94	8-9	2,5-3	2-5
Đậu Hà Lan	60-80	65		6-8	4	10
Nấm	không chần	55-65		5-7	2	10
Su hào thái	90	40		11-13	3-4	6
Cà rốt (thái dày 3mm)	20-60	35-70	90	7	3-4	7
Bắp cải đỏ	40	35-52		7	2,5	6-7,5
Rau cần tây (thái)	90	53		5-6	3	5-6
Khoai tây	tùy từng loại 100-300	53 (bắt đầu 75 còn cho phép)	75-88		2,5-3	
Hành	Không chần	40-60			2,5-3	8-10

3.5.4 Kỹ thuật sấy một số loại rau

3.5.4.1 Khoai tây sấy:

Ở các nước ôn đới, khoai tây sấy chiếm 80 % sản lượng rau quả sấy và được dùng chủ yếu để nấu súp. Ở Việt Nam ta, khoai tây được trồng chủ yếu vào vụ đông. Nó được dùng một phần thay thế lương thực, lại vừa sử dụng như một loại rau. Với sản lượng tương đối lớn và ngày càng tăng, chắc chắn sẽ là thứ nguyên liệu chính của ngành công nghiệp sấy rau quả.

Dạng sản phẩm: dạng thái lát, dạng khối vuông, hạt nhỏ, dạng bột.

Yêu cầu về nguyên liệu: Những chủng loại khoai tây có hàm lượng rắn cao và đường khử thấp thích hợp cho quá trình sấy hơn.

Quá trình chuẩn bị trước khi sấy:

Khoai tây được rửa nước, gọt vỏ, cắt và kiểm tra trước khi thái mỏng, cắt khối vuông hoặc bằng các phương pháp làm giảm kích thước khác.

Để sản xuất sản phẩm sấy dạng khối vuông, những củ khoai tây cắt đôi được cho vào các máy cắt thành khối vuông có thể điều chỉnh được để tạo kích thước mẫu theo yêu cầu. Các dao cắt cần giữ sạch và bén để tránh làm hư hại mẫu khoai tây.

Các mẫu khoai tây sau đó được chần hấp để vô hoạt hoá các enzym có thể xúc tác quá trình làm sẫm màu các vết cắt khoai tây hoặc quá trình thủy phân lipit mà có thể dẫn đến sự hư hỏng về mùi vị trong quá trình bảo quản sản phẩm sấy. Quá trình chần hấp có thể thực hiện trong nước hoặc hơi ở nhiệt độ trong khoảng 93-100 oC từ 2-12 phút.

Sau khi chần hấp xong, cần phun nước các mẫu khoai tây ngay lập tức để rửa tinh bột bị hồ hoá trên bề mặt. Sau đó chúng có thể được xử lý bằng sunphit. SO₂ bảo vệ sản phẩm khỏi bị sẫm màu phi enzym và khỏi bị cháy khi sấy. Do đó nó cho phép sử dụng nhiệt độ cao hơn so với khoai tây không qua xử lý. Sunphit được phun vào các khối vuông khoai tây ở dạng hỗn hợp sunphit natri và bisunphit natri tỷ lệ 50:50 hoặc nhúng khoai tây trong dung dịch tương tự. Sản phẩm chứa 200-600 ppm sunphit, tính theo SO₂. Xử lý khoai tây chần hấp bằng muối canxi có thể làm chậm lại quá trình sẫm màu, ngăn ngừa hiện tượng nhũn trong quá trình nấu chín, cải thiện tốc độ hồi nguyên và tăng độ cứng của sản phẩm hồi nguyên. Để thực hiện điều này người ta cho thêm clorua canxi vào dung dịch sunphit nói trên.

Kỹ thuật sấy:

Thiết bị: buồng sấy, hầm sấy hoặc sấy băng chuyên, trong đó sấy băng chuyên được sử dụng rộng rãi nhất. Phương pháp sấy băng chuyên 2 cấp thường được sử dụng, trong đó các mẫu khoai tây được sấy khô một phần được chuyển và phân bố lại lên băng chuyên thứ hai. Thiết bị sấy tầng sôi cũng được sử dụng để sấy khoai tây dạng khối vuông.

Chế độ sấy: Nhiệt độ của không khí vào ở đầu ướn của máy sấy có thể cao đến 135 oC, trong khi vào đầu khô của sản phẩm khoảng 60-73 oC. Quá trình sấy có thể kết thúc đến độ ẩm xuống 8 % hoặc thấp hơn trong máy sấy thùng với nhiệt độ không khí khoảng 38-60 oC. Tổng cộng thời gian sấy có thể từ 10-14 h. Ở những máy sấy hiện đại, quá trình sấy được hoàn thành ở phần cuối của băng chuyên sấy với thời gian sấy 6-8 giờ.

Sau khi sấy, trước khi bao gói, các mẫu khoai tây sấy được phân loại bằng sàng và những mẫu hư hỏng về màu sắc được loại bỏ nhờ vào thiết bị phân loại màu sắc quang điện.

3.5.4.2 Bắp cải sấy:

Trong bắp cải sấy có: 12 % nước, 15% protit, 1,4 % lipit, 48,1 % gluxit (đường chiếm 42,5 %), 14 % xeluloza, 1,5 % axit và 8 % tro.

Chọn bắp cải chắc, nặng, lá dày, tươi. Sau khi bóc bỏ lá già, sâu bệnh và lõi, đem rửa và thái thành sợi rộng 3-5 mm, rồi chần bằng hơi nước hay trong nước ở nhiệt độ không dưới 90 °C trong thời gian 2-3 phút. Bắp cải sau khi chần đưa đi sấy ngay không cần làm nguội. Đôi khi người ta chần trong dung dịch 0,1 % bisunfit natri.

Ở thiết bị sấy đường hầm, nhiệt độ sấy ban đầu là 82 °C sau đó giảm xuống 63 °C. Nếu sấy ở thiết bị sấy băng tải thì áp dụng chế độ sấy như sau:

Băng tải	Nhiệt độ (°C)	Tốc độ băng tải (m/phút)
Băng tải thứ nhất	50-60	0,16-0,31
Băng tải thứ hai	52-65	0,11-0,28
Băng tải thứ ba	50-60	0,07-0,19
Băng tải thứ tư	40-50	0,06-0,16

Với các điều kiện sau:

- Độ ẩm không khí ra khỏi thiết bị: 35-37%
- Thời gian sấy chung: 160-235 phút
- Độ ẩm cuối của sản phẩm: 7-9 %

3.5.4.3 Súp lơ sấy:

Súp lơ sấy khô chứa 14 % nước, 30% protit, 3 % lipit, 36 % đường, 62 % xeluloza, 1 % axit và 6,8 % tro.

Dùng súp lơ tươi tốt, đường kính không dưới 8 cm, chưa có nhánh phát triển.

Trước khi sấy cắt bỏ lá, tách từng nhánh, rửa sạch và chần hơi nước từ 1-2 phút, rồi làm nguội đến nhiệt độ 35 °C.

Sấy súp lơ ở nhiệt độ 70-71 °C, nếu nhiệt độ cao hơn dễ làm cho súp lơ có màu vàng nâu không thích hợp. Độ ẩm cuối cùng của sản phẩm từ 10-12 %.

3.5.4.4 Cà rốt sấy

Cà rốt sấy khô khá giàu vitamin: C, B1, B2, PP và đặc biệt là tiền vitamin A.

Thành phần hoá học của cà rốt sấy khô gồm: 14 % nước, 9,2 % protit, 1,5 % lipit, 48 % đường, 10,4 % tinh bột, 9,6 % xeluloza, 2 % axit, 5,3 % tro.

Chọn cà rốt màu đỏ, củ to và lõi nhỏ. Sau khi rửa sạch chần trong nước ở nhiệt độ 87-88 °C trong thời gian 6-8 phút rửa lại để loại bỏ vỏ và sunfit hóa bằng dung dịch SO₂ có nồng độ 0,2-1 %.

Cà rốt đã sunfit hóa được thái thành lát, phơi hay quạt cờ rồi sấy ở nhiệt độ 70-71°C đến độ ẩm cuối cùng của sản phẩm là 12-14 %.

Để bảo quản lâu có thể sấy đến độ ẩm cuối từ 5-7 %, nhưng sau khi sấy, sản phẩm phải đóng gói vào bao bì kín.

Củ cải và su hào sấy tiến hành tương tự như cà rốt.

3.5.4.5 Hành, tỏi sấy

Hành, tỏi là các loại gia vị, nên hàm lượng các loại tinh dầu của chúng đóng vai trò quan trọng trong giá trị dinh dưỡng của hành tỏi khô. Trong hành, tỏi khô tinh dầu chiếm khoảng 0,033-0,055 %.

Thành phần hoá học của hành tây khô gồm: 14 % nước, 16 % protit, 2,8 % lipit, 47,8 % glucit, 8,6 % xeluloza, 2 % axit, 8,8 % tro.

Hành tỏi sau khi cắt bỏ rễ, lá, được đem rửa sạch rồi thái thành lát mỏng 3-5 mm. Để tránh tổn thất lượng tinh dầu người ta không cần chần.

Ở thiết bị sấy đường hầm thì nhiệt độ sấy ban đầu là 70 °C sau đó, giảm xuống 57°C. Với tỏi duy trì nhiệt độ cố định ở 60 °C.

3.5.4.6 Ớt sấy

Chọn ớt chín đều không còn mảng xanh, không rụng cuống, không sâu bệnh, cùng loại, cùng phẩm chất. Sau khi rửa sạch (thường dùng máy rửa thổi khí) để ráo nước rồi đưa đi thái (dùng máy thái) thành khoanh có chiều rộng từ 0,5-1 cm (trong quá trình thái phần lớn hạt được tách ra). Ớt sau khi thái được cho vào khay sấy (khay thường bằng nhôm, đục lỗ) đưa đi sấy.

Nếu sấy bằng thiết bị sấy đường hầm thường sấy làm hai giai đoạn: giai đoạn 1 sấy cùng chiều, nhiệt độ lớn nhất của dòng không khí cùng chiều vào hầm từ 80-100 °C và dòng ngược chiều là 80 °C, tốc độ của dòng không khí xuôi chiều từ 3-5 m/s và dòng ngược chiều 1-2 m/s.

Nếu sấy bằng phòng sấy có thể sấy ở nhiệt độ từ 73-75 °C cho đến khi ngót 50 % khối lượng thì giảm nhiệt độ 62-63 °C. Chú ý trong quá trình sấy không để độ ẩm của không khí sấy quá cao, để làm ớt bị thâm đen. Độ ẩm của ớt khô không quá 5 %.

3.5.4.7 Sấy các loại rau mùi

Rau mùi gồm nhiều loại khác nhau: thìa lia, nguyệt quế, rau mùi, rau húng ... Rau mùi kể từ khi thu hoạch cho đến khi đưa đi sấy không quá 15 giờ. Quá trình công nghệ tiến hành qua các giai đoạn sau: kiểm tra, rửa, để ráo nước, sấy, phân loại và bao gói.

Nếu sấy bằng thiết bị băng chuyền thì theo chế độ sấy sau:

Băng chuyền	Nhiệt độ không khí sấy (°C)	Tốc độ băng chuyền (m/phút)
Thứ nhất	55-60	0,2
Thứ hai	50-55	0,13
Thứ ba	45-50	0,10
Thứ tư	40-45	0,10

Chiều dày của lớp nguyên liệu trên băng thứ I được biểu thị bằng mật độ riêng của nguyên liệu trên băng tải, nằm trong khoảng từ 3-4 kg/m².

Lượng nguyên liệu đi vào sấy 0,9 kg/phút.

Tiêu tốn không khí: 5000m³/h

Độ ẩm tương đối của không khí sấy từ 40-45 %, thời gian sấy đến độ ẩm cuối cùng 13-14 % là 140 phút.

Để bảo quản lâu người ta có thể sấy đến độ ẩm cuối từ 6-8 %.

3.5.4.8 Nấm sấy

Nấm sấy là mặt hàng trao đổi chính của nấm, đặc biệt là nấm hương.

Trong nấm khô hàm lượng ẩm trung bình 12-14 %, protit 27-30 %, lipit 8-9 %, chất khoáng 9-10 %, ngoài ra còn có các vitamin nhóm B, C, C và PP.

Sau khi cắt gốc, phân loại kích thước, đem rửa rồi chần bằng hơi nước ở nhiệt độ 100 oC trong 2-3 phút, làm nguội rồi xếp vào khay để sấy. Sấy nấm ở nhiệt độ 50-70 oC đến độ ẩm cuối cùng từ 13-15 %. Nếu thổi không khí sấy song song và cùng chiều với chiều chuyển động của sản phẩm trong hầm sấy thì nhiệt độ sấy ban đầu là 88 oC và sau đó 65 oC. Nếu thổi ngược chiều thì nhiệt độ ban đầu là 62-65 oC và lúc cuối là 35-40 oC, độ ẩm cuối của sản phẩm có thể tới 4 %.

Sau khi sấy, để nguội đem phân loại theo độ nguyên vẹn và kích cỡ rồi bao gói.

Nấm khô loại 1 có kích thước vừa phải, nguyên vẹn, không bị cháy. Những nấm gãy đôi, gãy ba thuộc loại II. Nấm gãy vụn hơn, đem cắt nhỏ hoặc tán vụn thành bột để chế biến súp nấm.

3.5.4.9 Bột cà chua:

Ứng dụng: chế biến nước giải khát, vừa dùng làm thức ăn.

Yêu cầu nguyên liệu: cà chua có độ khô cao (7-8 %) ít hạt hay không hạt để có hiệu suất thu hồi cao.

Quy trình chuẩn bị:

Cà chua chín sau khi rửa và kiểm tra, được xé nhỏ, nâng lên nhiệt độ 85 °C rồi chà, qua hệ thống rây có đường kính 5,0 mm; 1,5 mm; 0,75 mm. Purê cà chua thu được đem cô đặc đến độ khô 14-16 %. Sau đó trộn với 0,5-1,5 % tinh bột khoai tây, nâng nhiệt độ lên 70-75 °C và đưa đi sấy.

Kỹ thuật sấy:

- Sấy trực lặn: khe hở giữa hai trục là 0,05 mm, áp suất hơi 2-3 at và tốc độ sấy sao cho thời gian sấy là 25-45 giây.
- Sấy chân không: độ dày của lớp cà chua 0,1-0,3 mm, số vòng quay của trục là 1,5-2 vòng/phút, áp suất hơi 1,5 at, áp suất trong buồng sấy là 40 mmHg, nhiệt độ của lớp cà chua không quá 45 °C, hàm lượng chất khô ban đầu không quá 30 %, hàm lượng chất khô của sản phẩm 95 %.
- Sấy phun: tốc độ đĩa hoặc vòi phun 130 m/s, nhiệt độ tác nhân sấy 160-180 °C, nhiệt độ không khí ở khu vực bay hơi 70-75 °C, độ ẩm không khí khi ra khỏi thiết bị sấy là 30-35 %. Bột cà chua khi ra khỏi thiết bị sấy có nhiệt độ gần bằng nhiệt độ không khí thải khoảng 60 °C Để tránh các phản ứng làm giảm chất lượng của sản phẩm phải hạ nhanh nhiệt độ bột cà chua xuống 20-30 °C.

3.5.5 Sấy các loại quả

3.5.5.1 Chuối sấy

Nguyên liệu: thường được chế biến từ các loại chuối tiêu, chuối bom, ở một số nước sử dụng chuối tây. Chuối phải thật chín, tươi tốt. Vỏ phải dễ bóc có màu vàng hoàn toàn) đến vàng có chấm nâu. Ruột chuối mềm nhưng không nhũn, không bị chát. Ở độ chín này hàm lượng tinh bột và poliphenol thấp, làm cho sản phẩm có màu sắc, hương vị tốt.

Chuẩn bị:

- phân loại theo kích thước và độ chín
- rửa sạch và bóc vỏ
- xử lý ruột chuối bằng hoá chất như canxi clorua (2-4 %), natri cacbonat (5 %), thioure và alylthioure, nhưng hiệu quả nhất là sunfit hoá học bằng phương pháp khô hoặc bằng phương pháp ướt. Khi sunfit hoá người ta nhúng ruột chuối vào dung dịch có hàm lượng SO₂ tự do từ 0,2 - 1 % trong 5-20 phút.
- Xếp vào khay tre hoặc khay nhôm đục lỗ để ráo nước và đưa đi sấy.

Kỹ thuật sấy:

Thiết bị sấy: phòng sấy, hầm sấy, sấy băng chuyền.

Chế độ sấy:

Nhiệt độ đầu tiên là 95-100 °C trong 1-2 giờ để diệt enzym trong chuối. Sau đó hạ xuống 80-85 °C cho đến hết giai đoạn vận tốc sấy không đổi. Khi độ ẩm của chuối còn lại 30-40 % thì giảm nhiệt độ tác nhân sấy xuống 60-65 °C cho đến khi kết thúc.

Tốc độ gió khoảng 0,4-0,6 % m/s.

Lưu ý: cần đảm bảo lưu thông không khí tốt. Đối với sấy buồng thủ công, phải đảo vị trí các khay trên các tầng sấy để chuối được khô đều. Các khay bị ngưng tụ hơi nước phải đưa ra ngoài, dùng quạt gió làm bốc hết hơi nước đọng trên sản phẩm rồi mới cho vào sấy lại.

Chuối đã khô, độ ẩm còn 18-20 % thì ngừng phơi, sấy và để nguội phân loại và đóng gói. Có thể bao gói rời từng quả hoặc ép nhẹ trong khuôn thành bánh 100 g, 200g và bao lại bằng xenlofan.

3.5.5.2 Dứa sấy

Trong các loại dứa thì dứa Hoàng hậu cho sản phẩm có chất lượng cao vì không chua gắt và độ chắc vừa phải. Độ chín của nguyên liệu thích hợp nhất thể hiện ở chỗ số mắt chín vàng không quá 1/3. Có thể dùng các loại dứa khác nhau với độ chín từ mở mắt hoàn toàn đến chín vàng 1/2. Có thể dùng các khoan, miếng loại ra trong chế biến dứa hộp, nhưng sản phẩm có chất lượng thấp hơn.

Sau khi phân loại theo kích thước và độ chín, dứa được gọt vỏ, rửa sạch, đột lõi và cắt khoan dày 9-10 mm. Để chống phản ứng tạo ra melanoidin, nhúng dứa trong dung dịch natri metabisunfit 2 %. Sấy dứa ở nhiệt độ không cao lắm. Nếu sấy ở hầm thì nhiệt độ sấy lúc đầu là 63 °C và sau đó nâng lên 65-68 °C. Độ ẩm của sản phẩm là 16-18 %.

3.5.5.3 Đu đủ sấy

Chọn đu đủ chín nhưng còn cứng đem gọt vỏ, bỏ tư rồi bỏ hạt. Sau đó cắt thành miếng ngang dày 1 cm xếp vào khay và đưa đi sấy. Đầu tiên sấy ở nhiệt độ 93 oC trong một giờ. Sau đó hạ xuống 68 oC cho đến khi độ ẩm của sản phẩm là 6 % thì dừng lại.

3.5.5.4 Ới sấy:

Ới Ấn độ, Ới cũng được sấy. Chọn giống Ới to, cùi dày, ruột ít, chín mềm nhưng chưa nhũn. Dùng dao không gỉ bỏ quả Ới làm tư, bỏ ruột, sunfit hóa trong dung dịch natri metabisunfit 2 % trong 20 phút. Sau đó sấy theo chế độ: nhiệt độ sấy 65 °C, không khí 25 % và vận tốc không khí v=3m/s. Độ ẩm cuối cùng của sản phẩm là 6 %.

3.5.5.5 Xoài sấy

Xoài ương sau khi gọt vỏ, vỏ hạt, được ngâm vào xi rô 30 % trong 2 giờ rồi xếp vào khay. Người ta sunfit hoá xoài bằng cách xông lưu huỳnh trong 1-2 giờ. Nhiệt độ sấy là 65 °C, độ ẩm sản phẩm là 18 %.

3.5.5.6 Vải, nhãn, sấy

Vải, nhãn được sấy ở dạng nguyên quả, chưa bóc vỏ. Người ta dùng vải thiều hay vải lai thiều, nhãn cùi dày để sấy. Nhiệt độ sấy trong khoảng 70-80 °C, độ ẩm cuối cùng của sản phẩm sấy là 18 °C. Để chống phản ứng tạo màu nâu đen cần xông lưu huỳnh cho vải, nhãn trước khi sấy.

Để có cùi vải, cùi nhãn khô, sau khi sấy đem bóc vỏ, bỏ hạt và có thể sấy thêm ở nhiệt độ 60-70 °C trong 2-4 giờ, độ ẩm của sản phẩm 14-16 %.

Cùi nhãn (long nhãn) là một vị thuốc nam có tác dụng an thần, bổ máu.

3.5.5.7 Mận sấy

Trong mận sấy có 25 % nước, 2,3 % protit, 65,1 % gluxit, trong đó đường chiếm 50 %, 3,5 % xeluloza và 2,5 % tro.

Chọn loại mận không chát, quả to, hạt nhỏ. Sau khi phân loại thành hai cỡ to và nhỏ, đem rửa bằng hoa sen và chần trong dung dịch xút 1 % trong 10-20 giây, sau đó tráng lại trong nước luân lưu hay dưới hoa sen.

Sấy mận đã xử lý ở 50-55 °C trong 4-5 giờ rồi 80-90 °C trong 20 giờ. Để bề mặt quả mận khô, láng bóng, trước khi ngừng sấy, nâng nhiệt độ lên 100 oC trong 10-15 phút. Khi ấy một bộ phận đường ở lớp bề mặt sẽ caramen hoá. Độ ẩm cuối cùng của sản phẩm là 25 %.

3.5.5.8 Mơ sấy

Trong thành phần của mơ sấy có 19 % nước, 5,2 % protit, 55 % đường, 11,4 % các chất gluxit, 3,2 % xeluloza, 2% axit và 4,2 % tro.

Mơ đã chín vàng nhưng chưa mềm, chần trong nước 95-98 °C trong 2-4 phút rồi sunfit hoá. Mơ có thể sấy nguyên quả hoặc tách hạt. Nhiệt độ sấy ban đầu là 75-80 °C sau giảm xuống 60 °C, nếu sấy ở nhiệt độ cao hơn mơ sẽ thâm màu. Độ ẩm cuối là 18-20 %.

3.5.6 Sản xuất bột rau quả

3.5.6.1 Bột chuối

Bột chuối chín thường dùng làm đồ uống với ca cao, sô cô la, sữa bột, làm thức ăn cho trẻ em chữa bệnh rối loạn tiêu hoá. Còn bột chuối xanh thường được dùng như một thứ bột lương thực. Thành phần hoá học của bột chuối như sau:

Bảng 3.2 : Thành phần hoá học một số loại bột chuối

Loại bột Thành phần %	Chuối xanh	Chuối ương	Chuối chín
Nước	8,18	7,13	6,81
Lipit	1,15	1,02	1,13
Protit	3,78	3,87	3,66
Đường khử	5,68	41,5	41,25
Saccaroza	5,76	3,23	13,25
Tinh bột	67,51	35,0	25,98
Xeluloza	4,22	3,58	3,61
Tro	3,22	3,17	3,19

Bột chuối nói ở đây là bột chuối chín, chế biến từ các loại chuối tiêu, chuối Gros Michel, có độ chín ương đến chín hoàn toàn. Sau khi rửa, bóc vỏ, chuối được chà mịn thành purê, bổ sung 0,5 % natri metabisunfit rồi đồng hoá. Từ đây chuối được sấy theo 3 phương pháp:

Nếu sấy ở thiết bị trực lăn thì purê chuối được phết lên mặt trực với khe hở giữa hai trực là 0,1 mm; nhiệt độ không khí nóng trong trực 170-174 oC còn ở sản phẩm không quá 93 oC. Tốc độ quay của trực 4-5 vòng/phút. Thời gian sấy là 15-20 giây, độ ẩm của sản phẩm 7-12 %. Muốn có sản phẩm khô hơn sấy ở tủ sấy với nhiệt độ 60-70 oC. Sản phẩm thu được đem nghiền nhỏ.

Khi sấy phun, purê chuối được trộn với tinh bột khoai tây với tỷ lệ 2,5-3 % rồi được bơm chuyển đến bộ phận phun tia của thiết bị sấy phun với vận tốc từ 130-150 m/s. Không khí sấy có nhiệt độ từ 130-140 oC đi từ dưới lên làm khô các hạt purê chuối khô trong chốc lát không khí ra khỏi thiết bị sấy có nhiệt độ 70-75 oC, ra khỏi xyclon có nhiệt độ 30-35 oC.

Trong phương pháp sấy màng (bột), purê chuối được trộn với chất ổn định là lòng trắng trứng với tỷ lệ 1 %, để ở nhiệt độ lạnh một thời gian rồi đánh thành bột. Phết bột chuối lên khay, sấy ở nhiệt độ 70-75 oC trong 30-45 phút. Sau khi làm nguội, tán nhỏ thì thu được bột chuối.

Bột chuối sấy theo phương pháp phun và màng (bột), khi phục hồi cho hương vị, màu sắc tốt hơn khi sấy ở thiết bị trực lăn. Ưu điểm của thiết bị sấy trực lăn ít tổn thất sản phẩm.

Bột chuối rất háo nước, vì vậy cần phải đóng gói trong bao bì kín, độ ẩm của không khí trong phòng đóng gói không quá 40%.

Bột chuối có hương thơm, vị ngọt, màu vàng ngà, khi phục hồi trong nước cho purê tương tự như purê chuối tươi.

3.5.6.2 Bột cam

Sản xuất từ nước cam:

- sấy nước cam cô đặc trong chân không.
- bổ sung chất độn vào nước cam đậm đặc trước khi sấy, thường là xi rô ngô, pectin và dextrin. Nước cam được đưa đi sấy phải chứa 75 % đường tính theo chất khô.
- Kỹ thuật sấy: rót nước cam vào khay với độ dày của lớp sản phẩm là 1,5 mm, sấy trong điều kiện áp suất thường, nhiệt độ không quá 54 oC trong thời gian 90-100 phút để đạt được độ ẩm cuối là 3 %.

Sản xuất từ pu rê cam:

- pu rê cam có độ khô không dưới 25 % được sấy bằng thiết bị sấy màng bột. Chất nhũ tương hoá là albumin trứng, mono- hoặc diglyxerit hoặc hỗn hợp của chúng hoặc este của axit béo và đường với tỷ lệ không quá 1 % so với chất khô của sản phẩm sấy.

Khi sấy, chất thơm của cam bị tổn thất, có thể bổ sung hỗn hợp xocbitol-tinh dầu cam vào bột cam lúc đóng gói sao cho lượng tinh dầu trong nước giải khát là 0,006-0,01 %.

Cách tiến hành: sấy xocbitol, một chất lỏng có công thức tổng quát $C_6H_{14}O_6$ ở 200 °C để thoát bớt ẩm, sau đó để nguội đến 90 °C rồi rót 10 % tinh dầu vỏ cam ép vào. Lúc ấy tạo ra kết tủa trong hỗn hợp, lọc lấy kết tủa hợp thành bởi xocbitol và tinh dầu cam, tán nhỏ kết tủa và trộn vào bột cam.

Để bảo quản tốt, trong bao bì cần có chất hút ẩm (như vôi bột chẳng hạn) để độ ẩm bột cam không quá 5 %.

3.5.6.3 Bột cà chua

Là dạng bột rau quả phổ biến nhất, vừa dùng để chế biến nước giải khát, vừa dùng làm thức ăn. Bột cà chua có 4 % nước, 12 % chất không hoà tan, 46 % đường khử, 6,8 % axit, 11,8 % protit, 8,7 % chất khoáng, 62 mg% carotenit.

Chọn giống cà chua có độ khô cao (7-8 %) ít hạt hay không hạt để có hiệu suất thu hồi cao. Cà chua chín sau khi rửa và kiểm tra, được xé nhỏ, nâng lên nhiệt độ 85 oC rồi chà, qua hệ thống rây có đường kính 5,0 mm; 1,5 mm; 0,75 mm. Purê cà chua thu được đem cô đặc đến độ khô 14-16 %. Sau đó trộn với 0,5-1,5 % tinh bột khoai tây, nâng nhiệt độ lên 70-75 °C và đưa đi sấy.

Ở máy sấy trục lăn, điều chỉnh khe hở giữa hai trục là 0,05 mm áp suất hơi 2-3 at và tốc độ sấy sao cho thời gian sấy là 25-45 giây. Khi sấy bằng máy sấy chân không, thường áp dụng chế độ sau đây: độ dày của lớp cà chua 0,1-0,3 mm, số vòng quay của trục là 1,5-2 vòng/phút, áp suất hơi 1,5 at, áp suất trong buồng sấy là 40 mmHg, nhiệt độ của lớp cà chua không quá 45 oC, hàm lượng chất khô ban đầu không quá 30 %, hàm lượng chất khô của sản phẩm 95 %.

Trên thiết bị sấy phun, tốc độ đĩa hoặc vòi phun 130 m/s, nhiệt độ tác nhân sấy 160-180 °C, nhiệt độ không khí ở khu vực bay hơi 70-75 °C, độ ẩm không khí khi ra khỏi thiết bị sấy là 30-35 %. Bột cà chua khi ra khỏi thiết bị sấy có nhiệt độ gần bằng nhiệt độ không khí thải khoảng 60 °C Để tránh các phản ứng làm giảm chất lượng của sản phẩm phải hạ nhanh nhiệt độ bột cà chua xuống 20-30 °C.

3.6 KỸ THUẬT SẤY MỘT SỐ NÔNG SẢN KHÁC

3.6.1 SẤY CHÈ

3.6.1.1 Ý nghĩa và mục đích

Sấy khô là giai đoạn quan trọng trong quá trình chế biến chè đen thành bán thành phẩm, vì nó có ảnh hưởng đến chất lượng, màu sắc và mùi vị của chè. Người ta có thể tóm tắt mục đích và ý nghĩa của sấy chè như sau:

- Giảm độ ẩm của chè đến độ ẩm thích hợp để bảo quản và đóng gói được thuận lợi.
- Dùng nhiệt độ để tiêu diệt các men nhằm đình chỉ quá trình lên men, đồng thời cố định những chất có giá trị dinh dưỡng đã được tạo ra trong quá trình lên men.
- Cố định màu sắc và tạo hình dáng đặc biệt của chè.
- Trong quá trình sấy còn có tác dụng phát huy hương thơm của chè và tạo ra một số chất thơm mới làm tăng chất lượng của chè.

3.6.1.2 Những biến đổi lý hoá xảy ra trong quá trình sấy chè

- Trong quá trình sấy chè, dưới tác dụng của nhiệt độ và sự oxy hoá mà màu đồng đỏ của chè đã lên men chuyển sang màu xám, sau đó màu đen bóng, một số chất thơm có mùi táo chín được tạo ra ở giai đoạn lên bị mất đi, thay vào đó là hương thơm đặc biệt của chè đen. Trong quá trình sấy, sợi chè khô và xoắn lại, và trong khi sấy cũng xảy ra biến đổi hoá học mà chủ yếu là quá trình oxy hoá và caramen hoá.
- Ngoài ra cùng với lượng ẩm thoát ra, lượng dầu thơm trong chè cũng bị tổn thất, chủ yếu là các hợp chất thơm dễ bay hơi và các este của dầu thơm.
- Ngoài dầu thơm ra, các hợp chất ni tơ trong đó có cafein cũng giảm đi tương đối rõ.
- Trong thời gian sấy, hydropectin giảm đi khoảng 1,59 % trong khi đó protopectin giảm đi 0,77 %, đặc biệt rượu metylic có trong chè lên men thì sau khi sấy hầu như không còn nữa.

- Các vitamin của chè, đặc biệt là vitamin C bị phá huỷ khá nhiều trong quá trình sấy.
- Trong quá trình sấy tuy hàm lượng của glucoza, saccaroza và tinh bột giảm đi không nhiều lắm nhưng những biến đổi của chúng có ý nghĩa quan trọng đối với chất lượng của chè, bởi vì do kết quả của sự caramen hoá mà một phần gluxit bị hoà tan trong quá trình pha, tạo nên những mùi thơm độc đáo của chè khô.

3.6.1.3 Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình sấy

Nhiệt độ sấy:

- Nếu tăng nhiệt độ sấy chè khoảng 140 °C thì sẽ làm tăng vận tốc sấy, đồng thời làm giảm thời gian sấy 40-50 %, như vậy, sẽ giảm được kích thước thiết bị, giảm được giá thành sản xuất thiết bị, mang lại hiệu quả kinh tế về sử dụng nhiên liệu, năng lượng...do đó giảm được giá thành sản xuất. Tuy nhiên đứng về quan điểm chất lượng sản phẩm thì phải kể đến tính chất và chất lượng của chè, nghĩa là phải chọn nhiệt độ sấy thích hợp cho từng giai đoạn sấy và cho từng loại sản phẩm. Nhiệt độ thích hợp của sấy chè đen nằm trong khoảng 80-85 °C.

Ở nhiệt độ sấy nhỏ hơn 80 °C có thể do những quá trình sinh hoá có lợi cho chất lượng của chè xảy ra chưa hoàn toàn, còn ở nhiệt độ sấy lớn hơn 85 °C mà chất lượng chè bị giảm là do sự tổn thất (thăng hoa) mạnh mẽ các tinh dầu có trong chè nguyên liệu hoặc sinh ra trong quá trình lên men.

Trong thực tế sản xuất, tùy theo điều kiện cụ thể thường người ta căn cứ vào mức độ lên men để quy định nhiệt độ sấy thích hợp. Nếu chè đã lên men đúng mức thì phải dùng nhiệt độ cao để sấy nhanh, ngăn ngừa sự lên men quá mức, làm cho vị của chè nhạt đi. Nếu mức độ lên men chưa đủ nhưng do điều kiện sản xuất yêu cầu phải sấy thì nhiệt độ sấy phải thấp. Đối với chè đen, người ta thường dùng phương pháp sấy hai lần.

Ảnh hưởng của không khí (tác nhân sấy)

- Nếu vận tốc của không khí sấy tăng sẽ làm tăng cường độ bốc ẩm, giảm được thời gian sấy. Nhưng nếu vận tốc sấy tăng quá mức sẽ làm cho quá trình khô quá nhanh, gây ảnh hưởng đến hình dáng và chất lượng của chè, đồng thời còn gây tổn thất về hương thơm của chè và ở mức độ nào đó gây tổn thất nhiệt do không khí mang ra ngoài.

- Nếu nhiệt độ sấy không đổi ($t^{\circ}=80$ °C), mật độ của chè trên băng chuyền sấy cố định ($1,5 \text{ kg/m}^2$) thì cường độ bốc ẩm của lớp chè sấy phụ thuộc vào vận tốc chuyển động của không khí sấy.

- Trong sản xuất để đảm bảo chất lượng chè, thời gian sấy và năng suất của thiết bị, cũng như tổn thất nhiệt không cần thiết, thường người ta chọn vận tốc chuyển động của không khí sấy trong thiết bị sấy cũng như xuyên qua lớp chè $<0,5 \text{ m/s}$. Người ta có thể dùng lưu lượng quạt $16.000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Ảnh hưởng của chiều dày lớp chè trên băng chuyền sấy

- Trong sản xuất chè đen, ngay từ giai đoạn vò chè người ta đã phân loại thành hai phần chè to, nhỏ khác nhau. Nói chung phần chè càng nhỏ thì độ non càng cao, thủy phần càng lớn, nhưng độ xốp càng kém và ngược lại phần chè to thì già hơn, thủy phần ít hơn, độ xốp lớn, cho nên trong quá trình sấy người ta phải chọn chiều dày thích hợp của lớp chè trên băng chuyền sấy ứng với phần chè khác nhau và ở giai đoạn sấy khác nhau.

- Đúng về mặt sản xuất thì người ta phải đảm bảo chất lượng sản phẩm. Vì vậy trong thực tế sản xuất người ta thường quy định chiều dày của lớp chè trên băng chuyền như sau:

Sấy lần thứ I: 2,0 - 2,5 kg/m²

Sấy lần thứ II: 3,0 - 4,5 kg/m²

Chú ý: Muốn thay đổi chiều dày lớp chè trên băng chuyền sấy người ta có thể thay đổi chiều dày lớp chè thực tế hoặc thay đổi tốc độ của băng chuyền.

3.6.1.4 Phương pháp sấy

- Đối với sấy chè, hiện nay trong nước ta cũng như trên thế giới thường dùng tác nhân sấy là không khí nóng.

- Với tác nhân không khí, người ta thường chia hai phương pháp sấy:

Phương pháp sấy hai lần.

Phương pháp sấy một lần.

- Phương pháp sấy hai lần:

+ Lần thứ I: Dùng nhiệt độ sấy từ 90-95 °C, thời gian sấy kéo dài 12-15 phút, sau khi sấy độ ẩm của chè còn lại từ 18-20 %.

+ Lần thứ II: Dùng nhiệt độ sấy từ 80-85 °C thời gian sấy gần như lần I, độ ẩm của sản phẩm sau khi sấy lần thứ II khoảng 3-5 %.

+ Giữa hai lần sấy (sau khi sấy lần I) chè được rải mỏng và làm nguội tự nhiên hoặc cưỡng bức. Mục đích làm cho phần ẩm tiếp tục bốc hơi đi, mặt khác tạo điều kiện phân bố ẩm đồng đều trong sản phẩm tránh hiện tượng ẩm cục bộ “trong ướt ngoài khô”.

- Phương pháp sấy 1 lần: xu hướng hiện nay, trong sản xuất người ta dùng phương pháp sấy một lần, phương pháp này dùng nhiệt độ sấy >120 °C. Ưu điểm của phương pháp này nâng cao được hiệu suất sử dụng của thiết bị sấy, nếu đảm bảo đúng điều kiện kỹ thuật thì chất lượng của sản phẩm vẫn được đảm bảo. Nhược điểm của phương pháp này: khó không chế điều kiện kỹ thuật trong quá trình sấy đối với nguyên liệu tươi có chất lượng không đồng đều.

3.6.1.5 Thiết bị sấy chè

Nhưng qua thực tế cũng như lý thuyết người ta thấy thiết bị sấy băng chuyền lật đảo là thích hợp với sấy chè hơn cả.

- Ưu điểm: - làm việc liên tục phù hợp với sản xuất hiện đại.
- dễ dàng khống chế các thông số sấy.
- Có thể khống chế chiều dày của lớp chè trong quá trình sấy dễ dàng
- Độ ẩm trong chè tương đối đồng đều.
- Nhược điểm: - kết cấu cũng như chế tạo phức tạp
- đòi hỏi một số kim loại không gỉ.

3.6.2 SẤY THUỐC LÁ

Trong quá trình chế biến thuốc lá, người ta phân biệt hai giai đoạn sấy: sấy thuốc lá tươi và sấy lại.

Yêu cầu và mục đích sấy của hai giai đoạn này khác nhau, do đó về thiết bị, chế độ và các điều kiện kỹ thuật sấy cũng phải thay đổi để phù hợp với từng giai đoạn.

Sấy thuốc lá tươi:

Sấy thuốc lá tươi là giai đoạn quan trọng nhất trong quá trình chế biến thuốc lá, nó ảnh hưởng nhiều đến chất lượng của thuốc lá.

Trong quá trình sấy thuốc lá tươi người ta thường kết hợp với giai đoạn ủ men thuốc lá, ở giai đoạn này chất lượng của thuốc lá, đặc biệt là hương vị của thuốc lá tăng lên rõ rệt.

Vì vậy yêu cầu kỹ thuật của giai đoạn này cần được chú ý.

3.6.2.1 Chọn mẻ thuốc để sấy

Khi chọn cần chú ý các yêu cầu sau:

- Mức độ chín của lá thuốc có ảnh hưởng đến quá trình ủ và sấy, lá xanh nói chung khó ủ hoặc không ủ được. Khi ủ màu xanh sẽ thành màu xám mà không qua màu vàng trung gian. Lá xanh chứa nhiều protit, ít glucit so với lá chín. Trong quá trình trao đổi chất protit trong lá xanh bị thủy phân mạnh hơn và tích lũy nhiều amoniac nên các mô tế bào bị chết sớm hơn, tiếp theo trong các mô đã chết các phản ứng oxy hoá phát triển mạnh tạo ra các sản phẩm màu sẫm tối. Vì vậy yêu cầu trong cùng mẻ thuốc sấy phải đảm bảo có cùng độ chín như nhau.

- Vị bộ: Những lá thuốc ở các vị bộ khác nhau có thành phần không giống nhau. Lá ở vị bộ gốc ít chất dinh dưỡng hơn các lá ở vị bộ trên. Do đó trong quá trình ủ chuyển thành màu vàng nhanh chóng hơn, sấy dễ khô hơn. Vì thế trong cùng một mẻ sấy không nên sấy các lá thuốc ở những vị bộ khác nhau.

- Thời gian hái: lá thuốc hái ở những thời gian khác nhau cũng không thể có điều kiện ủ giống nhau được. Nếu sấy chung trong một lò sấy (mẻ sấy) thì những lá hái trước đã đến lúc cần phải sấy khô cố định còn những lá hái sau thì phải tiếp tục ủ thêm. Sự khác

nhau này không thể xử lý được mà phải hy sinh một trong hai loại. Vì vậy trong cùng một mẻ sấy phải cùng một thời gian hái, thường quy định hái trong một ngày.

- Mức độ lạnh lặn của lá: lá thuốc đưa vào lò sấy cần được giữ gìn cẩn thận tránh làm dập nát ở những chỗ dập nát, nước thoát nhanh, mô lá thiếu nước sẽ chết nhanh và quá trình ủ sẽ đình chỉ sớm, clorofin không kịp phân huỷ nên màu xanh của lá vẫn giữ nguyên.

Tóm lại trong cùng một lò sấy (mẻ sấy) cần chọn một chủng loại cùng vị bộ, cùng một độ chín và cùng một thời gian hái (trong vòng một ngày đêm)

3.6.2.2 Chuẩn bị lá thuốc để sấy

Lá thuốc đã chín, hái về cần để riêng theo từng vị bộ, tránh nắng gió làm héo. Khi xếp nên xếp thành lớp đứng hơi nghiêng, cuống lá xuống dưới ngọn lá trên. Sau đó chuẩn bị thuốc lá để sấy. Có 3 cách treo thuốc vào lò:

- Xâu dây: dùng dây gai xe dài khoảng 2,5 m, dùng kim dài 50-70 mm luồn qua cuống thuốc lá. Khi xâu lá thuốc vào dây cần để lá nọ cách lá kia khoảng 0,5-1 cm với nguyên tắc lưng đầu lưng, mặt đối mặt để dễ thoát ẩm. Sau đó buộc ép vào sào bằng tre hoặc bằng gỗ, hai đầu sào có khoảng cách từ 10-15 cm không treo thuốc lá để gác lên xà gỗ của lò sấy.

- Buộc dây: dùng dây gai buộc trực tiếp lá thuốc vào sào mà không xâu qua cuống lá như trường hợp trên. Mỗi nút buộc hai lá to, lá vừa 3 lá, lá nhỏ 4-5 lá. Nguyên tắc buộc cũng giống như xâu (nghĩa là lưng giáp lưng, mặt giáp mặt) và mỗi sào buộc không quá 5 kg lá thuốc tươi.

- Ghim: dùng ghim tre dài 40-50 cm sống ghim vót nhọn, dày 2-3 mm bụng ghi vót mỏng hơn (giống lưỡi dao), đầu ghim vót nhọn có nơi người ta vót nhọn cả hai đầu ghim.

Dùng ghim có ưu điểm là tiện lợi, dùng được lâu, sấy chóng khô và phân loại cũng nhanh. Cách ghim như sau: dùng ghim xuyên qua cuốn glá, lá nọ các lá kia 0,5-1 cm cũng với nguyên tắc lưng giáp lưng, mặt đối mặt. Sau đó cứ 4-5 ghim buộc vào một sào và cũng buộc cách hai đầu sào 10-15 cm để gác lên xà gỗ.

Trong khi xây dây, buộc hoặc ghim cần có sự chọn lựa đảm bảo các lá thuốc trên cùng một sào phải đồng nhất với nhau về kích thước lá, mức độ chín và vị bộ.

Khi gác thuốc lá vào lò phải gác theo nguyên tắc: trên gác dày gười gác thưa, trên xanh dưới vàng. Các sào ở tầng trên gác cách nhau 12-15 cm, các sào ở tầng giữa cách nhau 15-18 cm, các sào ở tầng dưới cách nhau 20-25 cm. Xếp cách tường từ 20-30 cm, lá to xếp ở giữa lò, lá nhỏ xung quanh. Theo kinh nghiệm, các sào thuốc lá ở phía trên ống đại hoả (ống dẫn lửa chính) nên xếp cách đường tâm ống đại hoả về mỗi bên khoảng 20 cm, để cho sự chuyển động của không khí nóng được dễ dàng và nên xếp sắp lá nhỏ ở giữa, lá to xếp xung quanh tường. Xếp như vậy chóng khô và dễ kiểm tra hơn.

Tùy theo cỡ lò mà số sào thuốc gác trong lò có thể thay đổi.

Lò cỡ 4x6x5m: xếp 500-530 sào thuốc

Lò cỡ 4x8x5m: xếp 750-800 sào thuốc

Lò cỡ 4x10x5m: xếp 900-950 sào thuốc

Sau khi gác xong thuốc vào lò sấy, cần nhặt hết các lá rơi vãi xuống nền lò và trên các ống dẫn lửa. Treo lưới phòng hoả, đóng kín cửa ra vào.

3.6.2.3 Ủ thuốc

Sau khi đã chuẩn bị thuốc xong cho đốt lò để nâng nhiệt độ của không khí trong lò lên 32-35 °C.

Trong quá trình ủ nhằm làm biến đổi thành phần hoá học cũng như màu sắc của lá thuốc trong lúc lá thuốc còn sự sống (hô hấp) vì thế ở giai đoạn này phải giữ cho lá thuốc đủ tươi. Nếu thấy lá thuốc bị héo, ngọn lá thuốc hơi quăn lại (trường hợp này thường gặp khi buộc thuốc ngoài nắng hay gặp lúc gió tây) thì phải tưới nước đều lên nền lò để cho nước bốc hơi làm lá thuốc tươi trở lại. Cũng vì lý do này nên nhiệt độ của không khí trong lò sấy ở giai đoạn này phải nâng lên dần dần và không vượt quá 35 oC. Ngược lại nếu thấy lá thuốc đổ mồ hôi (đọng nước) trên mặt lá, hoặc thấy các cửa kính quan sát bị mờ do hơi nước đọng lại, điều đó chứng tỏ độ ẩm của không khí trong lò sấy quá cao (trường hợp này thường gặp khi sấy trời mưa, nhất là ban đêm nhiệt độ thấp vì vậy cần nâng nhiệt độ không khí trong lò tương đối nhanh hơn, có thể 38-40 oC và mở các cửa thoát để đuổi nhanh ẩm ra ngoài. Khi thấy lá thuốc hết mồ hôi thì đóng cửa thoát lại để ủ bình thường. Độ ẩm không khí trong lò sấy trong giai đoạn này thấp hoặc cao quá đều không có lợi cho quá trình ủ.

Tuy vậy, trong giai đoạn ủ, lá thuốc phải mất đi một ít nước để tạo điều kiện thuận lợi cho sự phân ly các hợp chất hữu cơ phức tạp như tinh bột, protit, clorofin... sự mất nước trong quá trình ủ là cần thiết không quá 30-35 % khối lượng lúc ban đầu. Phù hợp với điều kiện này, độ ẩm tương đối của không khí trong lò sấy nằm trong khoảng (kk=75-80% và nhiệt độ từ 33-35 oC. Cần giữ các điều kiện này ((, t0) cho tới khi màu vàng xuất hiện ở phần ngọn lá, lá thuốc tiến tới trạng thái “chết” tự nhiên vì thế đến lúc này cần nâng dần nhiệt độ không khí trong lò lên đến 37-38 oC và mở hé cửa thoát ẩm để giảm độ ẩm của không khí trong lò xuống khoảng 65-70 %. Cứ giữ điều kiện này cho tới lúc 2/3 diện tích lá chuyển sang màu vàng, sau đó nâng dần nhiệt độ lên 40 rồi 45 oC trong khoảng 5-6 giờ (trung bình mỗi giờ nâng lên 1 oC). Đồng thời với việc nâng nhiệt độ cần tăng cường thông gió bằng cách mở rộng các cửa thoát để đuổi không khí ẩm ra ngoài. Cứ giữ ở điều kiện này cho đến khi toàn bộ lá thuốc có màu vàng.

3.6.2.4 Giai đoạn sấy khô.

Khi màu xanh của lá thuốc hoàn toàn biến thành màu vàng và lá thuốc đã hơi khô thì tiếp tục nâng dần nhiệt độ của không khí sấy lên 48-50 °C rồi 55 °C và cứ giữ như vậy cho tới lúc phiến lá khô hoàn toàn từ phần cuống lá. Ở nhiệt độ này, ẩm trong thuốc

lá ra ngày càng nhiều nên cần mở rộng cửa thoát hơn nữa để đuổi nhanh hơi nước ra ngoài lò sấy. Có như thế mới giữ được màu vàng của lá thuốc.

Sau đó để sấy khô nhanh cuống lá thì phải nâng nhiệt độ không khí sấy lên 60-65 °C và có thể đóng bớt các cửa thoát lại để đỡ tổn thất nhiệt. Khi thấy cuống lá khô được khoảng 2/3 thì tiếp tục nâng nhiệt độ không khí sấy lên 70 °C (nhưng không vượt quá 70 °C) Để giữ nhiệt độ cho lò sấy thì lúc này phải đóng hết các cửa thông gió lại (kể cả cửa thoát và cửa hút). Cứ giữ ở nhiệt độ này cho tới khi toàn bộ cuống lá thuốc ở tầng trên cùng và chung quanh bốn góc lò sấy đều khô, bẻ gãy dòn là được.

Khi toàn bộ thuốc lá trong lò khô hoàn toàn thì ngưng đốt lò. Ba bốn giờ sau mở hết các cửa thông gió, nhiệt độ không khí trong lò giảm xuống, lá thuốc hút ẩm từ không khí xung quanh nên dịu lại và chuẩn bị cho thuốc ra lò. Khi nhiệt độ của lá thuốc xấp xỉ nhiệt độ chung quanh (bên ngoài) thì lấy thuốc ra. Thời gian trung bình để ủ và sấy một mẻ thuốc bằng loại lò sấy này khoảng 76-84 giờ.

3.6.2.5 Những điểm cần chú ý khi sấy thuốc lá vàng

- Khi ủ thuốc tắt cả các cửa thông gió phải đóng kín.
- Tùy theo trạng thái của lá thuốc trong từng giai đoạn mà mở các cửa thông gió cho thích hợp, trước khi mở các cửa thông gió cần tăng nhiệt độ không khí sấy lên 1-2 °C để sau khi mở, nhiệt độ hạ xuống 1-2 °C là vừa.
- Trường hợp gặp trời lạnh hay có gió mạnh, không thể nâng nhiệt độ không khí sấy lên được hoặc nhiệt độ bị tụt xuống thì phải đóng bớt các cửa hút gió (cửa dưới chân tường lò sấy) lại.
- Phải theo dõi luôn nhiệt độ trong lò sấy không được tăng nhiệt độ lên quá nhanh hay để nhiệt độ tụt xuống quá đột ngột.
- Khi cuống lá thuốc bắt đầu khô (từ 60 °C trở lên) phải thường xuyên quan sát các sào thuốc xung quanh tường và các góc lò sấy để tiến hành dòn nhiệt tạo điều kiện cho thuốc ở các nơi tỏng lò sấy khô đều. Nếu thấy thuốc ở một phía nào đó khô trước thì đóng cửa thoát và mở cửa hút của phía ấy lại. Ngược lại, phía nào thuốc chưa khô thì phải mở hết cửa thoát và đóng cửa hút ở phía đó lại cho thuốc chóng khô. Kinh nghiệm cho thấy, thuốc ở phía đầu lò đốt thường lâu khô hơn ở phía cuối lò sấy.

3.7 KỸ THUẬT SẤY THỨC ĂN GIA SÚC TỪ THỰC VẬT

3.7.1 Những đặc điểm

Trong nông nghiệp hằng năm người ta cần phải bảo quản một lượng rất lớn thức ăn xanh (các loại cỏ và lá, thân cây mềm, cây ngô) cho gia súc, mà thức ăn này phát triển trong mùa xuân và mùa hè, để làm thức ăn cho gia súc trong những tháng khô hạn và giáp vù.

Đã từ lâu người ta đã biết phơi khô các thức ăn xanh đã cắt trên cánh đồng trong không khí và dưới ánh nắng. Do đó sản phẩm chỉ bốc hơi ở mức độ nào đó và cũng đều

đạn nếu người ta đảo trộn nhiều lần, nó có thể được phơi ngay trên đất, sân phơi hoặc trên giàn phơi. Bởi vậy nó gây tổn thất đáng kể do sự hô hấp của thực vật, do thổi rửa qua mưa và ẩm, bị vụn ra của những lá giàu chất tro và dinh dưỡng do đảo trộn nhiều lần trong quá trình phơi hoặc lên mốc lên men của thực vật đối với thời tiết không thuận lợi. Ngoài ra màu xanh và vitamin có giá trị cũng bị tổn thất. Sản phẩm này thường được gọi là cỏ khô.

Trong những năm gần đây, người ta đã tìm ra những biện pháp để làm khô và bảo quản thức ăn xanh cho gia súc mà không phụ thuộc vào thời tiết, đó là phương pháp sấy nhân tạo. Muốn có sản phẩm sấy hoàn hảo thì phải cung cấp nguyên liệu ban đầu có chất lượng. Những tổn thất của thức ăn xanh cho gia súc trong quá trình sấy tương đối thấp.

Bảng 3.3: Tổn thất thức ăn xanh qua các quá trình phơi, sấy và ủ chua.

Phương thức phơi	Tổn thất %
Phơi trên đất	20-60
Phơi trên dàn	15-25
Sấy nhân tạo	3-5
Ủ chua trong thùng kín	10-15

Phương pháp sấy nhân tạo có nhiều mặt lợi về chất lượng, giảm tổn thất trong quá trình sấy, rút ngắn thời gian phơi và không bị động với thời tiết không thuận lợi cho việc phơi. Tuy nhiên giá thành sấy liên quan đến giá cả thu mua nguyên liệu, điều kiện trồng trọt, nguồn nguyên liệu v.v...

Người ta thường trang bị những thiết bị sấy ở những nơi trồng tập trung thức ăn gia súc có chất lượng, trung tâm này phải nằm trong khoảng cách thích hợp để vận chuyển đối với diện tích trồng trọt của vùng nguyên liệu.

Người ta cần chú ý tổ chức hợp lý việc trồng trọt và thu hoạch để cung cấp thường xuyên và đầy đủ nguyên liệu tươi cho thiết bị sấy trong cả năm.

Nếu sấy hợp lý ta đạt được những mặt lợi sau đây:

- Không phụ thuộc vào thời tiết khi thu hoạch thức ăn xanh cho gia súc.
- Giảm được tổn thất của nguyên liệu trong quá trình sấy, bảo quản.
- Sự tổn thất của mầm sẽ được thu nhập lại. Thức ăn này gần giống như thức ăn tươi nên gia súc rất thích ăn.

Thực vật xanh (các loại cỏ) cung cấp thức ăn độn (xơ) cho gia súc tăng cường sự tiêu hoá (cây ngô non), lá cải củ là sản phẩm có hàm lượng cao những glucit dễ hoà tan

và chứa các chất vitamin A, B1, B2 và các chất khoáng. Màu của thức ăn xanh đã được sấy đúng kỹ thuật sẽ có màu của cỏ khô.

Cỏ khô (thức ăn xanh khô) có thể là thức ăn chính hoặc phụ tùy từng loại gia súc, mà người ta có thể nâng cao trạng thái sức khỏe và độ vỗ béo của gia súc, khả năng đề kháng của gia súc đối với các bệnh truyền nhiễm cũng mạnh hơn, năng suất sữa sự tăng trọng của bò thịt và sản lượng trứng của gia cầm cũng tăng lên.

Người ta thường đánh giá giá trị của thức ăn xanh khô theo hàm lượng caroten và protit khô. Sản phẩm có chất lượng loại I có hơn 22 % protit thô, trong lá thường nhiều hơn gấp đôi so với trong cuống và cành lá. Hàm lượng caroten thay đổi trong giới hạn rộng từ 80-240 mg/kg thức ăn khô, trong lá cải củ có khoảng 12 % protin thô; 11-12 % xenluloza.

Sự phát triển và thay đổi về khối lượng cũng như chất lượng của thức ăn xanh có liên quan đến thời tiết và mùa trong năm.

Diện tích trồng trọt càng tăng, năng suất càng lớn thì thời gian chín của thức ăn xanh càng tập trung trong thời điểm ngắn với khối lượng càng lớn. Để tránh điều này và kéo dài thời vụ chế biến người ta thường trồng nhiều loại khác nhau trong những vùng thích hợp.

Trong quá trình phát triển thì thành phần hoá học của thực vật thay đổi, thường hàm lượng nước giảm thì hàm lượng chất khô tăng, hàm lượng protein thô và carotin cũng giảm đi. Hàm lượng xenluloza tăng lên, độ bền vững của thành tế bào cũng tăng lên. Điều này làm giảm giá trị dinh dưỡng và độ tiêu hoá của thức ăn gia súc. Nhưng mặt khác vì khối lượng thu hoạch gia tăng do tiến bộ của kỹ thuật trồng trọt mà người ta đạt được hiệu quả sử dụng đối với mỗi hecta đất đai trồng trọt. Thời điểm thu hoạch các thức ăn xanh (ngô, các loại cỏ v.v...) tốt nhất là trước khi chúng có hoa.

Phần lớn những thiết bị sấy thức ăn xanh ở Đức đã được sử dụng có năng suất 25 tạ sản phẩm ướt/giờ và thời gian làm việc khoảng 2000 giờ trong năm.

Ở Bắc Mỹ việc sản xuất cỏ tam điệp đã phát triển thành một ngành công nghiệp có quy mô lớn.

Độ ẩm của sản phẩm đưa vào sấy thường thay đổi trong giới hạn rộng. Nó không chỉ phụ thuộc vào độ ẩm của thực vật, mà còn phụ thuộc vào thời điểm thu hoạch, thời tiết và điều kiện thu hoạch. Thường người ta tính tỷ lệ thu được trung bình (khối lượng sản phẩm ướt trên khối lượng sản phẩm khô) 3:1 với cỏ héo, 5:1 với lá củ cải; 7:1 với cây ngô non. Nếu sấy sản phẩm trước khi sấy được để héo một phần thì việc vận chuyển sẽ dễ dàng hơn và cũng tiết kiệm một phần nhiệt lượng. Thường người ta phơi sơ bộ,

nhưng không được làm héo quá vì nó sẽ gây tổn thất các chất dinh dưỡng nếu quá trình làm héo kéo dài thì quá trình làm nhỏ sản phẩm trước khi sấy sẽ khó khăn.

Việc phân loại nguyên liệu để trồng trọt trong nông nghiệp rất phức tạp, vì các phần riêng lẻ như thân cây, lá cây cũng khác nhau không chỉ theo hình dạng bên ngoài mà còn cả cấu tạo bên trong và độ ẩm của nó nữa.

Cũng từ một loại thực vật nhưng có sự khác nhau về hình dạng độ lớn, cấu tạo...mà người ta đã tìm thấy sự khác nhau lớn giữa các loại thực vật. Sự khác nhau này phụ thuộc vào trạng thái phát triển, điều kiện đất đai, điều kiện thời tiết để phát triển, thời điểm thu hoạch v.v...Tất cả những điều này đều đưa đến yêu cầu sấy khác nhau (chế độ sấy khác nhau). Độ ẩm cuối cùng của sản phẩm sau khi sấy thường là 8-10 %, nếu sấy quá khô thì hàm lượng caroten sẽ giảm.

Thực vật sấy ở điều kiện không đổi thì ngay sau khi bắt đầu của quá trình sấy trong một thời gian ngắn, nhiệt độ sản phẩm gần như không đổi, nhiệt độ này nằm trên nhiệt độ giới hạn lạnh vì vỏ của thực vật không có nước tự do, mà chỉ cho hơi nước di qua. Bề mặt của sản phẩm được coi là ướt nhất chỉ trong một thời gian ngắn. Với quá trình sấy của thực vật nguyên (không băm nhỏ) trước hết một phần nước di chuyển từ thân cây đến lá rồi bốc hơi ở đó. Nhưng ở lá thường khô sớm hơn ở thân cây, do đó có nguy hiểm: những phần thực vật có giá trị thường là ở lá thì bị quá khô, còn ở phần thân sấy không đầy đủ. Người ta có thể giảm bớt hiện tượng này bằng cách thái nhỏ hay cán nhẹ sản phẩm trước khi sấy (chú ý không để sản phẩm bị ép mạnh làm mất các chất dinh dưỡng bên trong), qua đó ta đạt được thực vật khô tương đối nhanh.

Trong những phần tử từ thân cây thái ra thì ẩm di chuyển theo hướng dọc thân cây nhiều hơn là hướng nằm ngang vì cấu tạo mao quản của thân cây được tạo ra do tính chất sinh lý của chúng. Vì vỏ thực vật gây ra trở lực đáng kể đối với việc vận chuyển ẩm theo hướng nằm ngang nên bốc ẩm ở mặt cắt ngang của thân cây sẽ nhiều hơn xung quanh thân cây, so với một đơn vị bề mặt. Phần thân cây càng ngắn khô nhanh. Người ta tìm ra chiều dài thích hợp cho thân cây bị cắt khúc: 5-8 mm đối với loại cỏ tam điệp và 5 mm đối với lá củ cải, tuy nhiên các phần khác nhau có thể có những chế độ sấy khác nhau. Chú ý không nên thái quá nhỏ để gây ra dính kết lại với nhau do đó sấy rất chậm.

Đối với lá củ cải thường phải qua giai đoạn rửa mới thái. Trong quá trình thái, vỏ ngoài thực vật và một phần thân cây bị xé rách hay dập nát, cho phép 1 tỷ lệ nhất định. Quá trình thái không phải ứng dụng với tất cả thực vật mà thường chỉ đối với các thực vật có thân cây to, mập mềm...như ngô, lá củ cải v.v...

Thức ăn khô tốt thì phải tạo thành khối tươi xộp v.v...tạo điều kiện tốt cho quá trình sấy. Người ta sử dụng hai phương pháp sấy nhân tạo sau đây, mà người ta có thể phối hợp chung với nhau:

- Rải nguyên liệu thành lớp rồi thổi không khí nóng qua, trong quá trình sấy có đảo trộn.

- Nguyên liệu được đánh tơi, rồi sử dụng các thiết bị sấy dạng rời, sấy lơ lửng, sấy phụt v.v... Ở giai đoạn đầu khi thức ăn còn tương đối ướt, người ta được phép sử dụng nhiệt độ không khí sấy cao hơn, nhưng sau đó cần làm giảm nhiệt độ sấy thấp hơn, vì ở nhiệt độ 70-80 °C đã ảnh hưởng trước hết là hàm lượng caroten và ở mức độ nhất định ảnh hưởng đến độ tiêu hoá của prôtit.

Trong những điều kiện cụ thể người ta cần chọn loại, năng suất và chế độ sấy thích hợp cho từng loại nguyên liệu.

Ở các cơ sở nhỏ cần thiết bị sấy đơn giản, nhưng những thiết bị sấy này có thể chế biến không những thức gia súc xanh, mà còn các loại hạt và sản phẩm khác ở các cơ sở lớn, người ta thường dùng các thiết bị chuyên dùng và mức độ cơ khí hoá cao hơn.

Chọn năng suất của thiết bị không nên chọn loại quá nhỏ vì thức ăn gia súc xanh thuộc loại công kênh, thu hoạch một lúc nên có khối lượng lớn.

Ở Việt Nam có khí hậu nhiệt đới, nếu thời tiết tốt có thể phơi hoàn toàn, còn thời tiết không thuận lợi có thể kết hợp phơi và sấy.

Thức ăn của gia súc thường có giá thành sấy không cao lắm, nếu thiết bị sấy làm việc một cách kinh tế. Phần lớn giá thành chi phí vào yêu cầu về nhiệt. Vì vậy phải phấn đấu giảm thấp yêu cầu này.

Để sinh khí lò, người ta có thể sử dụng nguyên liệu rỗng, đối với thiết bị sấy có năng suất nhỏ và dùng lưới sấy thì thích hợp nhất là dùng than đá. Đối với thiết bị sấy lớn, người ta có thể sử dụng nguyên liệu khác (lông, khí...) một cách tiện lợi hơn.

Để làm sạch khói lò người ta thường sấy dụng thiết bị lắng (phòng lắng, xilo lắng) để không những lắng các bụi than, mà còn các bụi tro khỏi đi vào thiết bị sấy.

Để bảo quản sản phẩm tươi, cần có điện trở đầy đủ, thời gian bảo quản không quá 12 giờ, chiều cao lớp nguyên liệu bảo quản từ 50-80 cm.

Sản phẩm sau khi đã sấy khô người ta có thể sử dụng làm thức ăn thô hoặc chế biến thành thức ăn tinh cho gia súc. Để làm thức ăn thô người ta thường nén thành khối, tiết kiệm diện tích bảo quản và có thể kéo dài thời gian bảo quản.

Nhiều xí nghiệp đã chế biến thành dạng bột hoặc viên và dạng bánh, ngoài ra người ta còn chế biến thành dạng xi rô dầu hoặc sản phẩm ủ chua.

Chú ý thức ăn gia súc sau khi sấy và ép (đóng thành bánh, khối...) được làm nguội nhanh chóng, vì nếu không có những hư hại có thể xảy ra.

Đối với những sản phẩm làm thức ăn tinh cho gia súc thường được bảo quản trong bao bì kín (túi giấy kín, túi polyetylen) để bảo quản độ ẩm của sản phẩm từ 10-14 %. Trong quá trình bảo quản có sự tổn thất carotin mà không ngăn cản được, nó mất khoảng 60 % trong 6 tháng với điều kiện mùa đông, còn mùa hè mất nhiều hơn.

3.7.2 Những thiết bị sấy đối với nguồn thức ăn thực vật của gia súc

Người ta có thể coi thiết bị sấy cỡ dạng phòng sấy như là một thiết bị thông gió đối với thức ăn thực vật cho gia súc.

Nếu thời tiết thuận lợi người ta thường phơi ngay cỏ trên cánh đồng thu hoạch. Người ta có thể rút ngắn thời gian phơi nếu có chế độ đảo trộn hợp lý. Phơi trên cánh đồng thường đảo trộn 1 lần. Việc phơi này tiết kiệm được năng lượng, diện tích phơi nhưng có một nhược điểm: tổn thất do gãy vụn, hư hại do men mốc phát triển trong quá trình phơi, phụ thuộc vào điều kiện thời tiết và kéo dài thời gian phơi.

Người ta thường kết hợp với phơi và sấy. Phơi khoảng 2-3 ngày trên cánh đồng đến khi còn 30-40 % ẩm đưa về tiếp tục sấy hoặc thông gió cho đến khô.

Để thông gió người ta thường sử dụng nhiệt của không khí bên ngoài cung cấp và chỉ thổi vào đồng cỏ ở một số giờ nhất định trong ngày, khi độ ẩm không khí nhỏ hơn 85 % và cho đến khi đủ khối lượng tác dụng làm khô. Trong điều kiện thời tiết thuận lợi để thông gió trong ngày là từ 8-15 giờ trong những tháng thu hoạch cỏ, thường từ tháng 3 đến tháng 8. Khối lượng không khí cần phải tính toán cụ thể, nó có thể thực hiện trong 8-10 ngày. Việc thông gió ở một số loại cỏ không được phép kéo dài thời gian, sẽ gây nguy hiểm là tự tạo ra nấm mốc làm giảm chất lượng của sản phẩm.

Thiết bị thông gió được thổi không khí từ dưới lên xuyên qua lớp cỏ và đi qua bên ngoài do các khe trống của mái nhà hoặc qua các cửa mở riêng. Các ống dẫn không khí có thể cấu tạo từ tôn hoặc gỗ. Muốn có vận tốc trung bình của không khí qua động cơ là 0,1 m/s thì có thể thông gió với quạt có năng suất 4 m³/s hay 14.400 m³/h trong đống cỏ chiếm diện tích bên dưới 40 m² với chiều dài vừa phải (cỏ tươi có khối lượng riêng 75 kg/m³). Nếu giả thiết rằng một mét khối không khí có thể nhận trung bình ở đồng sản phẩm một gam nước thì người ta có thể tách được 14,4 kg nước trong một giờ từ đồng cỏ.

Nếu đồng cỏ có độ ẩm ban đầu $W_d=40\%$ đến độ ẩm cuối 15 % nghĩa là nếu mỗi kg cỏ tươi cần phải tách 0,25 kg nước. Muốn có 30 tạ cỏ khô (tương đương 1000 kg nước cần tách ra) thì người ta cần thời gian thông gió khoảng 70 giờ. Năng lượng điện dùng cho quạt thông gió từ 4-6 kW cho 1 tạ cỏ khô.

Để sấy thức ăn xanh cho gia súc người ta có thể sử dụng loại phòng sấy có lưới. Người ta rải đều nguyên liệu thành lớp dày từ 150-200 mm trên lưới hoặc tôn đục lỗ và sấy bằng không khí nóng từ 100-130 °C. Phòng sấy lưới dùng khói lò có vận tốc 0,2 m/s

thổi từ dưới lên qua lớp sản phẩm có diện tích bên dưới là 65 m^2 có thể bốc hơi được 800 kg/h và sấy củ Tam điệp đã băm ngắn trong thời gian là 2 giờ và lá củ cải đã nhỏ trong thời gian khoảng 5-6 giờ (chú ý phân bổ tác nhân sấy). Phòng sấy lưới đơn giản, tiêu tốn năng lượng từ $1200\text{-}1400 \text{ kcal/kg}$ ẩm bốc hơi. Việc họn các trang thiết bị để đưa nguyên liệu vào và ra của phòng sấy cũng như việc đảo trộn cần được chú ý.

Những thiết bị sấy làm việc liên tục đòi hỏi ít công việc bằng thủ công, thường có năng suất lớn từ 1000 kg sản phẩm ướt trong một giờ trở lên. Những thiết bị này thường có cấu tạo khác nhau: thiết bị sấy băng chuyền, sấy thùng quay, sấy phụt v.v...

Những thiết bị sấy băng chuyền gồm nhiều băng chuyền di động độc lập nhưng sản phẩm được đỡ lần lượt từ băng chuyền này sang băng chuyền khác, từ trên xuống dưới. Bộ phận nạp nguyên liệu thường là băng chuyền nghiêng dạng cào để nạp nguyên liệu, với những thiết bị này không những sử dụng cho những sản phẩm dạng dài mà còn sản phẩm dạng ngắn (băm) cũng như hạt và các sản phẩm khác. Tác nhân sấy thường sử dụng khối lò có nhiệt độ $100\text{-}150 \text{ }^\circ\text{C}$, thường chuyển động tuần hoàn với vận tốc $0,2\text{-}10 \text{ m/s}$. Những thiết bị sấy này thường có yêu cầu nhiệt lượng từ $900\text{-}1000 \text{ kcal/kg}$ nước bốc hơi.

Thiết bị sấy lơ lửng hay gọi là thiết bị sấy phụt, trong đó sản phẩm lơ lửng kéo dài nhất thời trong dòng không khí sấy và thường sử dụng chế độ sấy với nhiệt độ cao lúc ban đầu. Đối với thiết bị này yêu cầu sản phẩm sấy được làm nhỏ đi để sản phẩm nhanh chóng vận chuyển qua thiết bị và những phần nhỏ không bị hư hại trong quá trình sấy. Nó thường làm việc liên tục cùng chiều và thích hợp với những sản phẩm thái nhỏ, nhẹ.

Thiết bị sấy thùng quay: loại này thường có cấu tạo bên trong khác nhau: cánh đảo dạng chữ thập, dạng boi chèo v.v...Người ta thường sử dụng đối với củ cải thái lát, lá củ cải và củ băm nhỏ, ngũ cốc, khoai tây thái lát v.v...

Đối với sản phẩm thái lát có thể dùng vít tải làm thiết bị nạp nguyên liệu, trên thiết bị sấy có phễu tiếp liệu.

Nếu sản phẩm đồng đều người ta có thể sử dụng nhiệt độ của không khí vào từ $800\text{-}900 \text{ }^\circ\text{C}$ và nhiệt độ của không khí ra $100\text{-}130 \text{ }^\circ\text{C}$, tuy vậy sản phẩm chỉ chịu được nhiệt độ từ $70\text{-}80 \text{ }^\circ\text{C}$ và có năng suất bốc hơi không gian từ $160\text{-}150 \text{ kg ẩm/m}^3\text{.h}$. Thường lá củ cải và củ không đều, lẩn đầu cuống và lá nên thường dùng nhiệt độ thấp hơn từ $650\text{-}750 \text{ }^\circ\text{C}$ và nhiệt độ khí ra từ $100\text{-}120 \text{ }^\circ\text{C}$ và năng suất bốc hơi từ $90\text{-}130 \text{ kg ẩm/m}^3\text{.h}$

Trong thực tế người ta dùng nhiệt độ thấp hơn, thường không khí vào $400\text{-}500 \text{ }^\circ\text{C}$ và ra từ $90\text{-}105 \text{ }^\circ\text{C}$ và năng suất bốc hơi từ $70\text{-}100 \text{ kg ẩm/m}^3\text{.h}$.

Ưu khuyết điểm của thiết bị sấy thùng quay:

- Ưu điểm: yêu cầu nhiệt lượng tương đối thấp từ 800-900 kcal trên một kg nước bốc hơi, thời gian sấy tương đối ngắn, không có sự thay đổi lớn về chất lượng thức ăn gia súc.

- Nhược điểm: yêu cầu về năng lượng để thiết bị chuyển động quay tương đối cao từ 10-20 kW/kg sản phẩm khô. Để khắc phục và kết hợp thiết bị sấy thùng quay, người ta dùng thiết bị sấy thùng quay phối hợp với thiết bị sấy lơ lửng (sấy phụt).

CHƯƠNG IV: ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG VÀ BẢO QUẢN SẢN PHẨM SẤY

Yêu cầu đối với thực phẩm khô thường được xác định bởi những tiêu chuẩn của người tiêu thụ và điều kiện vệ sinh công nghiệp, những yêu cầu đó được gọi là chất lượng riêng của sản phẩm. Điều quan trọng đối với các cơ sở sản xuất là làm sao cho các phương pháp kiểm tra, đánh giá chất lượng sản phẩm trong quá trình chế biến và bảo quản sản phẩm sấy ở trong nhà máy, xí nghiệp không khác biệt so với phương pháp của người tiêu thụ, bởi vì kết quả nghiên cứu và sự đánh giá chất lượng có thể phụ thuộc vào các phương pháp kiểm tra.

4.1 TIÊU CHUẨN ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM SẤY

4.1.1 Hình dáng, kích thước và thể tích của sản phẩm

Các sản phẩm sấy thường ở dạng khô, dạng ngâm nước trở lại (sau khi ngâm) hay dạng nấu chín đều phải đồng nhất về hình dáng và giống nhau về kích thước.

Hình dáng của sản phẩm phụ thuộc vào mục đích sử dụng. Ví dụ: cà rốt sấy khô dùng cho các loại súp (canh) khác nhau: súp hỗn hợp, nước canh có thể dùng ở dạng hạt, dạng quân cờ, dạng sợi, nhưng nếu dùng làm gia vị thường dùng dạng bột.

Thể tích là đặc tính thứ ba xác định phạm vi sử dụng của sản phẩm sấy. Sản phẩm khô giống nhau về hình dạng, kích thước nhưng có thể khác nhau về thể tích. Với hình dạng và kích thước giống nhau, thì thể tích của sản phẩm sấy còn phụ thuộc vào loại nguyên liệu, hàm lượng chất khô, phương pháp sấy (thể tích sản phẩm sấy thăng hoa khác với sản phẩm sấy bằng phương pháp nhiệt ở áp suất thường) và điều kiện chế biến. Sự xuất hiện các đặc tính khác nhau của sản phẩm sấy có thể làm thay đổi điều kiện đóng gói sản phẩm. Ví dụ: trộn đều các thành phần theo khối lượng nhưng khác nhau về thể tích sẽ dẫn đến sự thay đổi về màu sắc của sản phẩm.

Những nhà máy lớn hiện đại, sản xuất các loại súp cô đặc đã được tự động hoá: vận chuyển, cân, trộn, đóng gói... Muốn tự động hoá tốt, yêu cầu các thành phần khác nhau của sản phẩm không có sự chênh lệch lớn về mặt kích thước, phải nằm trong phạm vi kích thước đã được quy định. Ngoài ra sự chênh lệch còn ảnh hưởng đến sức chứa của bao bì. Để phân loại kích thước, người ta dùng sào.

Đặc tính chất lượng sản phẩm còn có thể xác định bằng “chỉ tiêu thể tích” tức là thể tích sản phẩm tính bằng ml tương ứng với khối lượng 100 g. Việc này được tiến hành do máy nén hay lên kiểu rung động. Khối lượng sản phẩm được đong bằng dụng cụ kim loại dạng cốc. Sau 20-30 phút lắc sản phẩm được lên đến thể tích không đổi. Đối với những sản phẩm thái nhỏ hoặc có độ xốp cao như: sa lát hành, các loại rau có lá có thể lấy khối lượng lớn để đo là 500 g, số lần lắc khoảng 60, còn đối với các hạt nhỏ thường lấy 100 g, số lần lắc khoảng 50 lần.

Hình thức và nguyên liệu phải kiểm tra trong quá trình sản xuất ngay từ các khâu phân loại, thái (đặt dao thái), nghiền, sàng và lựa chọn v.v...

4.1.2 Màu sắc

Màu sắc là một trong những tính chất quan trọng của thực phẩm sấy khô. Riêng đối với một số sản phẩm thì còn có ý nghĩa lớn hơn cả đặc tính của vị, phải tuân theo những nguyên tắc thương mại quốc tế, các loại thực phẩm khô chỉ được bán ra thị trường sau khi đã trung cầu ý kiến bằng các mẫu chuẩn. Tính chất và chất lượng của sản phẩm không được phép khác biệt với tính chất và chất lượng của mẫu chuẩn. Một trong những đặc điểm đó là màu sắc. Màu mờ nhạt, màu "chết", hoặc có sự khác biệt về màu sắc dẫn đến hư hại lớn cho chất lượng sản phẩm. Đối với các sản phẩm màu trắng có thể bị biến đổi thành màu vàng, đỏ, đen, xám; đối với các sản phẩm màu đỏ có thể biến thành màu vàng, gạch nâu, đối với sản phẩm màu xanh có thể thành màu vàng hoặc xanh đen.

Phân tích sản phẩm thái miếng hoặc nghiền thành bột bằng phương pháp cảm quan (quan sát trực tiếp) đòi hỏi phải có nhiều kinh nghiệm. Mặt khác màu sắc của các sản phẩm dạng bột có thể xác định nhờ các thiết bị đặc biệt hoặc bằng phương pháp phân tích lý-hoá học.

Còn đối với dạng khô ở dạng thái nhỏ, ngoài phần đánh giá màu sắc bằng cảm quan, người ta còn sử dụng dụng cụ quang học để đo nồng độ dịch chiết ra từ sản phẩm đó. Đối với hành thường dùng quan phổ ký đo tỷ trọng của dịch chiết bằng dung dịch muối ăn với bước sóng 420 μm . Giá trị bước sóng xác định chỉ số quang học riêng. Phương pháp này thường dùng khi phân tích sản phẩm khô có màu trắng và vàng...

Cần chú ý rằng màu trắng của sản phẩm như hành tây không ảnh hưởng mạnh tới các đặc tính khác như màu của ớt bị hoặc cà rốt.

Việc kiểm tra màu sắc cần tiến hành đầy đủ từ nguyên liệu ban đầu trong quá trình bảo quản, làm sạch nguyên liệu, chần làm nguội, sấy và bảo quản thành phẩm, cũng như trước khi đem sử dụng.

4.1.3 Nồng độ vị, chất thơm và các chất khác

Mùi và vị của sản phẩm khô thường được đánh giá sau khi ngâm nước trở lại, nấu chín và làm nguội đến nhiệt độ thường. Nguyên tắc cơ bản của người sản xuất, cũng như người tiêu thụ sản phẩm là: chất lượng của sản phẩm đó phải được kiểm tra thường xuyên sau khi đưa chúng về dạng thích hợp để sử dụng.

Điều quan trọng của việc kiểm tra là hệ thống nấu nhanh mà trên đó có thể cùng một lúc có thể chuẩn bị hàng loạt mẫu. Trong các phòng thí nghiệm hiện đại, các mẫu nấu chín được đưa lên xe đẩy chuyên đến nơi kiểm tra và đánh giá. Đôi khi việc đánh giá được tiến hành trong phòng tối cách nhiệt, được điều hoà nhiệt độ và có thiết bị điều chỉnh ánh sáng, ở một vài xí nghiệp lớn sản xuất súp cô đặc thường xuyên hoạt động gồm từ 100-200 người nội trợ để đánh giá chất lượng sản phẩm cảm quan. Nhà máy chỉ cho

sản xuất hàng loạt và đem bán ra thị trường, khi các chỉ tiêu sản phẩm không vượt quá khuôn khổ các tính chất đặc trưng. Chú ý: điểm đánh giá thấp các tính chất có thể xảy ra vì nó phụ thuộc vào giác quan và số lượng người cảm quan.

Người ta còn đánh giá mùi, vị và sự có mặt của các dư vị mùi lạ bằng cách thử nếm khi nấu. Thường thường các yếu tố này phù hợp với kỹ thuật sử dụng sản phẩm nhưng khi kiểm tra sản phẩm, thì chủ yếu do vị của chúng tác động nên người ta thường tiến hành pha loãng. Ví dụ: thử mùi của hành tỷ lệ pha loãng 1/300, tỏi 1/1000. Quy định chuẩn bị mẫu kiểm tra thường tiến hành như sau: lấy 0,5-1 g mẫu đem ngâm trong nước ở 20-22 oC với tỷ lệ pha loãng 1/8 hoặc đun nóng nhẹ với dung dịch nước muối 1% trong 15 phút với tỷ lệ pha loãng 1/30, sau đó nếm cảm quan.

Khi kiểm tra chất lượng sản phẩm như hành tỏi v.v...việc đầu tiên là phân tích thành phần đặc trưng của hành bằng cách xác định hàm lượng amylo-propyl disulfit theo phương pháp chung cất hoặc bằng phương pháp khác.

4.1.4 Nồng độ đường và muối

Trong các đặc điểm chất lượng các loại bột, hoa quả...thì đường, axit, muối, đóng vai trò đặc trưng về vị của sản phẩm trên cơ sở phân tích chuẩn người ta xác định hàm lượng phần trăm của các chất đó tương ứng với khối lượng chất khô toàn phần.

Những khâu cần kiểm tra sự thay đổi mùi vị và nồng độ các chất trong quá trình sản xuất như: sau khi vận chuyển, bảo quản, làm sạch vỏ bên ngoài bằng hơi nước hay bằng xút, chần, làm nguội, sấy và kiểm tra thường xuyên hay định kỳ trong thời gian bảo quản sản phẩm.

4.1.5 Sự ngấm nước và độ sánh

Mức độ và thời gian ngấm nước là một trong những yêu cầu cơ bản về kinh tế và thời gian chuẩn bị sản phẩm ăn liền.

Mức độ thấm nước hoặc hút nước cho ta biết khả năng của sản phẩm sấy, khô tăng khối lượng lên bao nhiêu lần sau khi cho thấm nước. Đại lượng này là cơ sở cho phép tính toán với các khối lượng cần thiết để trộn với các thành phần khác và khối

lượng gia vị. Công thức xác định nó như sau:

$$\text{Hệ số ngấm nước} = \frac{\text{Khối lượng sản phẩm ngấm nước trở lại (để ráo nước)}}{\text{Khối lượng sản phẩm sấy khô}}$$

Đặc trưng chất lượng của mặt hàng tiêu dùng này là sản phẩm sấy khô phải đạt những tiêu chuẩn đã quy định. Các sản phẩm này có thể khác nhau về khối lượng thời gian thấm ướt, phương pháp chuẩn bị (ngâm bằng nước nguội hay nước nóng hoặc phối hợp với cả hai). Ví dụ: tiêu chuẩn của Hungary yêu cầu việc lấy mẫu và tiến hành đo sau 24 h ngấm nước với 2g sản phẩm (kiểm tra) trong 50 ml nước cất hoặc sau khi nấu bằng dung dịch nước muối nồng độ 1 %. Lượng sản phẩm nghiền nhỏ trong 50 ml dung dịch là 100g, lượng sản phẩm nghiền to là 20 g. Thời gian đun: khoai tây và mùi tàu là 10 phút, hành 15 phút, và bắp cải 20 phút.

Về phương diện sử dụng sản phẩm thời gian ngấm nước là yếu tố rất quyết định bởi vì biết được nó người ta có thể đề ra mọi thời gian chuẩn bị món ăn từ sản phẩm sấy đó.

Mức độ ngấm nước cho người ta biết gia số khối lượng cần tăng để có được sản phẩm sau khi cho vào nước và đun theo lời chỉ dẫn.

Sau thời gian thấm nước quy định thì độ sệt của sản phẩm phải thích hợp với người tiêu thụ. Nghĩa là sản phẩm khô đã thấm nước không được cứng quá do quá lửa hay quá mềm (nhũn).

Trên thực tế việc phân tích độ thấm ướt thường trùng với việc đun thử để kiểm tra thời gian đun và để đạt được độ sánh cần thiết. Phương pháp xác định đại lượng này phụ thuộc vào loại nguyên liệu để tạo ra sản phẩm và kích thước của sản phẩm.

Bảng 4.1 cho thấy độ ngấm nước của một số sản phẩm sấy đo bằng các phương pháp khác nhau.

Chất lượng hành tây theo tiêu chuẩn của Mỹ đòi hỏi khi ngấm nước trở lại thì khối lượng tăng không nhỏ hơn 4,25 lần, với thời gian 1 h ngâm trong nước ở nhiệt độ 24 °C. Tỷ lệ sản phẩm và nước 1:8.

Mức độ và thời gian ngấm nước của sản phẩm phụ thuộc vào tính chất của nguyên liệu (mô gỗ hay mô xốp) điều kiện bảo quản, chế độ sấy thích hợp, bởi vậy phải kiểm tra chất lượng sản phẩm trong suốt quá trình sản xuất.

Bảng 4.1: Hệ số ngấm nước của một số sản phẩm sấy.

Tên sản phẩm sấy	Ngâm trong nước 16 h ở nhiệt độ phòng	Đung trong dung dịch muối ăn nồng độ 1% (phút)		
		10	15	20
Hành xa lát	5,3	5,4	4,8	4,7
Hành bột	5,2	5,1	4,9	4,8
Hành lá	6,1	6,3	6,7	6,4
Tỏi	-	-	-	-
Cần tây thái khúc	6,0	6,0	6,7	5,6
Thân và lá cần tây	-	-	-	-
Mùi tàu (lá)	5,2	6,4	5,7	7,5
Củ cải (bột)				
Đậu cô ve				
Cà rốt: miếng				
Thanh	8,0	6,0	5,0	5,2
Hạt				
Xa lát				
Ớt bị: đỏ	6,9	5,8	5,4	5,1
Xanh	-	-	-	-
Thì là (lá)	6,2	5,9	6,1	6,2
Táo nghiền (bột)	7,1	6,6	6,6	6,2

4.1.6 Độ ẩm

Độ ẩm cuối cùng còn lại trong sản phẩm sấy là một đặc tính kỹ thuật quan trọng đối với khả năng bảo quản và hiệu suất thành phẩm.

Vi sinh vật khác nhau có thể hoạt động ở các độ ẩm tương đối khác nhau của không khí. Nấm men đòi hỏi lượng ẩm cao nhất. Nấm mốc đòi hỏi lượng ẩm thấp hơn. Người ta đã tìm thấy độ ẩm tối thiểu cần thiết cho sự phát triển của một số loài vi sinh vật khác nhau:

Loại vi sinh vật	Độ ẩm tương đối của không khí (%)
Vi khuẩn thông thường	91
Nấm men thông thường	88
Nấm mốc thông thường	80
Vi khuẩn chịu được muối	75

Nấm mốc chịu được sự thẩm thấu	65
Nấm men chịu được sự thẩm thấu	60

Với độ ẩm tương đối của không khí 70 %, độ ẩm (%) tương ứng của sản phẩm sấy như sau:

- Rau sấy: 14-20
- Bột sữa: 8
- Quả sấy: 18-25
- Bột trứng: 10-11
- Tinh bột: 18
- Thịt không mỡ: 15

Độ ẩm cân bằng (%) của một số sản phẩm có giá trị sau:

- Hành tây: 25
- Táo khô: 31
- Cà rốt: 21
- Anh đào khô: 29
- Khoai tây: 15
- Thịt bò khô: 16,5
- Ót bị: 28 %

Các sản phẩm có thể xuất kho với độ ẩm cuối cùng cao, ví dụ:

Táo khoanh khô: 18-24 %

Nấm khô: 22-24 %

Với giá trị độ ẩm này vẫn đảm bảo việc bảo quản sản phẩm.

Các loại bột rau quả sản xuất bằng phương pháp sấy thăng hoa hàm lượng nước còn lại nhỏ hơn rất nhiều so với hàm lượng nước sấy bằng phương pháp khác.

Sản phẩm sấy thăng hoa: 2-3%

Bột rau quả sấy: 4-8 %

Mặc dù trong quá trình bảo quản, hàm lượng nước trong sản phẩm có thể thay đổi nhưng không vượt quá giá trị cho phép, thì vẫn bảo đảm được điều kiện bảo quản, lưu thông hàng hoá. Muốn đảm bảo giá trị độ ẩm cho phép cần chú ý đến sự ổn định vi sinh vật và độ ẩm tương đối của không khí. Muốn vậy ta phải có bao bì và điều kiện bảo quản thích hợp cho từng loại sản phẩm.

Đặc điểm biến đổi của sản phẩm khi bảo quản phụ thuộc vào điều kiện ngưng tụ nước trong sản phẩm (thời tiết, bao bì và điều kiện thông thoáng).

Để xác định độ ẩm của sản phẩm, người ta có thể dùng các phương pháp khác nhau:

- Phương pháp nhanh: rau khô nghiền nhỏ thường sấy 2h ở 105 °C.
- Phương pháp sấy đến trọng lượng không đổi: phương pháp dùng toluen cho phép xác định nhanh và kết quả có thể chấp nhận được.

Ngoài ra người ta có thể dùng các phương pháp khác như:

- Tụ sấy tia hồng ngoại, cân sấy bằng bức xạ.
- Máy đo độ ẩm bằng điện trở hay các loại tương tự.

Cần chú ý xác định những điều kiện kiểm tra thích hợp nhất cho từng loại sản phẩm.

4.1.7 Tạp chất cơ học và hoá học

Các sản phẩm sấy có thể bảo quản bằng các phương pháp khác nhau, trong quá trình bảo quản có thể lẫn các tạp chất cơ học hoặc hoá học. Bởi vậy yêu cầu đặt ra là giới hạn hàm lượng các tạp chất đó. Ví dụ: hàm lượng khoáng, tro, không hoà tan trong axit, aren, thiếc chì...Đối với hành tây đôi khi người ta quy định lượng xeluloza.

Nồng độ của các hợp chất trong một số nguyên liệu, ví dụ: nồng độ natri trong bột cà chua chỉ yêu cầu đặt ra khi các sản phẩm đó dùng vào mục đích đặc biệt như: thức ăn trẻ em, thức ăn kiêng. Để đảm bảo các yêu cầu trên phải tiến hành kiểm tra sản phẩm.

Các tổ chức y tế của một số nước còn đề nghị nồng độ cho phép của một số hoá chất dùng để bảo vệ thực vật là nguồn nguyên liệu ban đầu để chế biến các sản phẩm thực phẩm.

Một số nước khác quy định giới hạn tối đa của các chất sát trùng như etylen oxit, metyl bromua, phospho hydro, xianogen hydro...dùng ở các kho để bảo quản sản phẩm khỏi bị phá hoại của các loài bướm, sâu bọ và các loại gặm nhấm v.v...Để thoả mãn yêu cầu trên, việc sản xuất các loại thuốc sát trùng phải được thực hiện ở mức độ chuyên môn hoá cao, việc kiểm tra và phân tích phải tuyệt đối tuân theo các quy định tiêu chuẩn.

4.1.8 Hoá chất dùng trong sản xuất

Người ta có thể dùng các hoá chất khác nhau để sử dụng nguyên liệu ở những khâu cần thiết trong sản xuất. Yêu cầu của các hoá chất này không làm ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm và không độc hại đối với cơ thể con người, hàm lượng hoá chất còn lại phải nằm trong giới hạn cho phép.

Các quy định khác nhau về nồng độ SO_2 còn lại trong sản phẩm. Một số nước còn quy định giới hạn trên và giới hạn dưới của chất này. Một số nước khác đề nghị loại trừ việc sử dụng SO_2 để chế biến một số loại sản phẩm. Mặc dù việc tranh luận về đặc tính hoạt động của lưu huỳnh vẫn còn tiếp tục, nhưng hiện nay người ta vẫn có khuynh hướng sử dụng SO_2 song hạn chế nồng độ SO_2 , bởi vì cùng với việc ngâm nước trở lại, sản phẩm sấy còn được pha thêm nước và trước khi sử dụng qua đun sôi hay nấu chín, nên chỉ với nồng độ rất thấp SO_2 còn lại trong sản phẩm coi như không đáng kể. Mặt khác hợp chất của SO_2 còn làm ổn định màu của sản phẩm và bảo vệ sản phẩm khỏi bị oxy hoá.

Giới hạn cho phép là 2000-2500 mg SO_2 /kg cho các loại quả. Đối với từng loại rau, nồng độ SO_2 được quy định khác nhau. Bảng dưới đây cho giá trị giới hạn nồng độ SO_2 trong một số sản phẩm thường gặp:

Bảng 4.2 : Giới hạn nồng độ SO₂ cho phép trong một số sản phẩm.

Tên sản phẩm	Nồng độ SO ₂ tính mg/kg sản phẩm	
	Quy định	Thường dùng
Hành	200-1500	200-500
Cần tây	200-2000	400-1000
Đậu cô ve	500-1200	800-1000
Cà rốt	300-1500	500-1200
Khoai tây	200-500	250-350
Bắp cải	500-1500	700-1500

Khi sunfua hoá cà rốt xảy ra sự thay đổi hàm lượng tinh bột. Yêu cầu cho phép giảm tối đa không quá 2-3 % lượng tinh bột toàn phần trong sản phẩm khô.

Tinh bột còn được cho thêm vào các bột gia vị, nó phụ thuộc vào mục đích sử dụng. Ví dụ: cho thêm từ 10-30 % bột gạo vào bột cà chua. Người ta còn có thể sử dụng canxi stearat và hợp chất silicagen (như siloic) như những chất hạn chế vón cục của nguyên liệu. Những hợp chất này thường trộn thẳng với các loại bột rau và bột hoa quả khác. Thường nồng độ của các hợp chất này nằm trong khoảng từ 1-2 %.

4.1.9 Những tạp chất và phần tử lạ:

Muốn giải quyết vấn đề tạp chất đòi hỏi phải tổ chức tốt quá trình sản xuất định kỳ kiểm tra bao bì và thường xuyên kiểm tra kho tàng v.v...

Tạp chất có thể gây nguy hiểm đến sức khoẻ, có nhiều tạp chất khác nhau: đá, kính vỡ, kim loại đất, sâu bọ, dấu vết của loài gặm nhấm. Tất cả những chất khác không phải là thực vật đều phải tuyệt đối loại trừ khỏi các sản phẩm sấy. Còn tạp chất thực vật thường là các loại cỏ dại hoặc các sản phẩm khô khác nhưng hàm lượng không được quá 0,2 %. Những phần tử lạ là những phần của nguyên liệu không phải đối tượng sấy. Ví dụ: rễ, phần gốc, thân, ruột quả, hạt vỏ, lá, vỏ cây, phần rau và quả hỏng...

Cùng các thứ kể trên còn phải nói đến những phần tử lạ do quá trình sản xuất đưa lại, như các phần tử bẩn còn sót lại trên bề mặt nguyên liệu do không rửa sạch hay những phần tử bị biến màu. Ví dụ: cà rốt màu xanh, cần tây màu tím, xúp lơ màu nâu...những phần tử bị cháy, bị ngã màu vàng...và nói chung tất cả các phần tử không ở trong khuôn khổ yêu cầu sự đồng đều về màu sắc.

Nói chung các phần tử lạ ch phép rất nghiêm ngặt. Ví dụ: đối với hành trong khoảng 0,1-0,4 %. Ngược lại, hàm lượng các phần tử bị biến màu giới hạn không quá nghiêm ngặt. Thường giới hạn cho phép của hai nhóm trên phụ thuộc vào loại sản phẩm, nhưng khi phân tích hàm lượng các phần tử lạ người ta gộp chung/

4.1.10 Những yêu cầu về vi sinh vật

Rau quả sấy sẽ là những thành phần của các loại xúp, nước sốt các gia vị bột làm kem và các hỗn hợp nước quả.

Ngoài ra rau quả sấy còn cho vào các sản phẩm đồ hộp, công nghiệp thịt, sản phẩm thực phẩm, thức ăn nguội, sản phẩm của công nghiệp bánh kẹo. Do đó về phương diện vi sinh vật, rau quả sấy phải đảm bảo tất cả các yêu cầu đã được quy định do các cơ quan y tế và các xí nghiệp đặt ra.

Giới hạn cho phép số lượng và loại vi sinh vật phụ thuộc vào phạm vi sử dụng sản phẩm sấy. Ví dụ một số loại sản phẩm sấy dùng để chế biến thức ăn cho trẻ em. Một số sản phẩm phải đun lâu, số khác chỉ đun trong một thời gian rất ngắn hoặc cho thêm vào các sản phẩm ăn liền (ăn trực tiếp) chính vì thế phải tiến hành nghiêm khắc việc kiểm tra đảm bảo loại trừ trong thức ăn các vi khuẩn gây bệnh, xác định số lượng các loại vi khuẩn gây bệnh mà có thể gây ngộ độc và cho phép lượng nhỏ nhất, tuyệt đối không gây độc hại. Tiến hành phân tích sự có mặt của các vi khuẩn gây độc và khẳng định sự có mặt của các vi khuẩn gây bệnh. Những quy định nghiêm khắc về y học dựa trên cơ sở mặc dù xúp khô và thức ăn khô khi nấu ở nhiệt độ nhất định đủ để giết các vi khuẩn gây bệnh nhạy cảm với nhiệt, nhưng trong quá trình nấu rất khó kiểm tra, không thể đảm bảo tiêu diệt hoàn toàn vi khuẩn gây độc.

Mặt khác xí nghiệp sản xuất sản phẩm khô không thể tránh khỏi sự nhiễm bẩn vi sinh vật, mà nó có chịu được trong quá trình thanh trùng ở điều kiện bình thường. Ví dụ: các bào tử gây ra hư hỏng đồ hộp. Vì thế mà phải thường xuyên kiểm tra trên các đối tượng gây ra nhiễm bẩn, đặc biệt là những vi sinh vật chịu được nhiệt độ cao. Ví dụ: các bào tử hiếu khí hoặc kỵ khí.

Tất cả vấn đề trên có thể diễn đạt qua hai yêu cầu đã được chấp nhận trong giao dịch quốc tế.

Các sản phẩm sấy không bị phê phán về phương diện y học và không được gây ngộ độc trong thực phẩm, nó phải phù hợp với yêu cầu của ngành công nghiệp đề ra, và chỉ cho phép chứa một lượng nhỏ bào tử chịu nhiệt, đảm bảo không gây nguy hiểm ở chế độ thanh trùng bình thường.

Trên bề mặt thực vật luôn tồn tại một lượng vi sinh vật bắt nguồn từ đất, phân chuồng và nước. Thực vật sống chưa thu hoạch có cấu tạo và tổ chức thích hợp để chống lại sự xâm nhập của vi sinh vật. Ví dụ: vỏ và lớp (màng) sáp ở vỏ của rau quả bảo vệ khỏi tác động của vi sinh vật. Rau quả sau khi thu hoạch, các quá trình sống hầu như ngừng lại và vi sinh vật phải xâm nhập và phát triển, đặc biệt trong các tế bào hỏng chúng hoạt động rất mạnh. Bởi vậy yêu cầu làm sao chuyển được nhanh nhất nguyên liệu từ nơi thu hoạch đến nơi sản xuất không làm hư hỏng nguyên liệu. Phải tổ chức thu hoạch nguyên liệu hợp lý, không để nguyên liệu chờ lâu mới đưa vào sản xuất. Số lượng vi khuẩn ưa thấm trong phần hỏng của rau có thể đạt tới 10⁹-10¹⁰ con/gam nguyên liệu hỏng.

Các biện pháp loại trừ vi sinh vật:

- Phân loại: nhờ loại bỏ các phần nguyên liệu bị hỏng, bị sâu... mà hạn chế một cách đáng kể mầm mống gây hỏng ở thành phẩm. Đặc biệt hạn chế được số lượng mốc trong rau quả sấy sau khi đã loại trừ những chỗ bị chớm mốc.

- Rửa: trong quá trình rửa sạch nguyên liệu ngoài việc làm sạch đất, người ta còn loại trừ một lượng lớn các tế bào và vi sinh vật gây bệnh đã xâm nhập vào nguyên liệu từ đất và phân chuồng. Khi rửa nhất thiết phải qua hai bước, rửa và dội lại (bằng vòi phun), nếu không sẽ làm tăng thêm các bào tử trong nước bắn cho khối nguyên liệu rửa.

Nước dùng để rửa lại (dội hay tráng lại) phải sạch như nước uống có nghĩa là chứa không quá 100 bào tử trong 1 lít nước. Sau khi đã rửa, trong quá trình chế biến nếu cần thiết nguyên liệu chỉ được tiếp xúc với nước sạch.

- Sát trùng nguyên liệu: việc giảm các bào tử gây bệnh trong quá trình rửa không nhiều lắm.

Tác dụng của nhiệt sấy rau quả cũng không đáng kể đối với các bào tử.

Bắt đầu từ năm 1920 người ta đã dùng nước clo để sát trùng tại nhà máy Kechkemet đã sử dụng có hiệu quả dung dịch cloramin sắt B. Kết quả thực tế đã chứng minh hợp chất này có tác dụng sát trùng cao hơn khi dùng nước vôi 2 %. Sát trùng bằng dung dịch cloramin sắt B 0,05 % trong 10 phút hoặc bằng dung dịch clo 0,1 % trong 5 phút cũng bằng dung dịch cloramin B với nồng độ 0,2 % trong 1-2 phút đều có hiệu lực như nhau.

- Làm sạch bằng hơi hay bằng xút: đều hạn chế rất lớn về lượng bào tử vì bào tử vi sinh vật thường bám trên bề mặt sản phẩm.

- Chần: chần có khả năng tiêu diệt khoảng 99 % lượng bào tử của vi sinh vật. Chú ý: sau khi chần nguyên liệu có thể bị nhiễm bẩn trở lại trong khi vận chuyển nguyên liệu và thiết bị sấy, nếu thiết bị không hợp vệ sinh.

- Xử lý hoá học:

Sunfua hoá có hiệu quả sát trùng rất lớn. Tác dụng của nó còn giữ được ngay cả trong sản phẩm đã sấy.

- Sấy: xử lý nhiệt trong quá trình sấy sẽ giảm được lượng vi khuẩn ưa ẩm hiếu khí. Độ chịu nhiệt của các nhóm vi khuẩn rất khác nhau. Nhạy cảm nhất đối với nhiệt độ là nấm men, thường chỉ sau 10-15 phút xử lý nhiệt ẩm ở nhiệt độ 50-58°C nấm men bị tiêu diệt. Trong các loại nấm mốc người ta vẫn gặp nhiều loại chịu nhiệt (*Aspergillus penicilium Mucor*). Các tế bào sinh trứng của nhiều loại vi khuẩn không chịu được nhiệt độ cao, nhưng có một số vi khuẩn chịu nhiệt thì vẫn có khả năng phát triển ở nhiệt độ 80 °C, thường là các vi khuẩn từ đất. Nha bào của các vi khuẩn này chỉ được tiêu diệt ở nhiệt độ trên 100 °C.

Trong quá trình sấy tất cả các nấm men và các tế bào sinh trưởng của hầu hết các loại vi khuẩn đều bị tiêu diệt. Tác dụng của nhiệt độ phụ thuộc vào chế độ nhiệt dùng để

sấy, hàm lượng ẩm và trạng thái của vi sinh vật. Có thể xảy ra trường hợp vi sinh vật không chịu nhiệt như dạng coli vẫn sống sót qua quá trình sấy. Bởi vậy, chúng ta không chỉ quan tâm đến khâu làm sạch vi sinh vật ở nguyên liệu mà còn chú ý tiến hành sát trùng các thiết bị dùng trong sản xuất bằng nước nóng và hơi nước hay bằng chất sát trùng thích hợp.

Cần duy trì chế độ kiểm tra vi sinh vật bằng cách phân tích mức độ vệ sinh ở các thiết bị sản xuất (nhất là ở khâu chuẩn bị và đóng gói) đảm bảo vệ sinh cá nhân của công nhân.

Mặt khác muốn có kết quả chính xác không những chú ý lấy mẫu đại diện trạng thái vi sinh vật trong sản phẩm, mà còn chú ý thanh trùng các phương tiện và dụng cụ để lấy và tiến hành phân tích mẫu.

Đôi khi ở điều kiện vệ sinh sản xuất thấp bị nhiễm một lượng lớn vi sinh vật thì người ta có thể xử lý hoá học để giảm lượng vi sinh vật đó. Người ta thường dùng hỗn hợp không khí nén oxit etylen và oxit cacbon (1%), phun bằng vòi phun. Muốn đạt hiệu quả cao cần phải làm ẩm sản phẩm đến độ ẩm 10-12 %.

Gần đây người ta đã sử dụng tia hồng ngoại (đèn cực tím) để diệt vi sinh vật, yêu cầu không gây nhiễm xạ cho sản phẩm. Người ta thường dùng tia γ của chất đồng vị phóng xạ Co 60 và Co 137, nó có năng lượng bức xạ của electron có vận tốc lớn.

Hiệu quả diệt vi khuẩn phụ thuộc vào liều lượng chiếu sáng vào sản phẩm, với liều lượng 1,5 M độ (mega độ) sẽ diệt trùng hoàn toàn vi sinh vật trong sản phẩm. Người ta thường dùng với liều lượng từ 500-1000 kilo độ (1 độ = 0,01 J/kg)

4.2 BAO GÓI VÀ BẢO QUẢN SẢN PHẨM SẤY

Sản phẩm rau và quả sấy cũng là những chất hữu cơ, trong đó thường xảy ra các quá trình lý hoá mà nó thể thiện chất lượng sản phẩm. Tốc độ xảy ra các phản ứng phụ thuộc vào phương pháp chế biến, đóng gói và điều kiện bảo quản sản phẩm.

Sự thay đổi màu sắc do các chất có men và không men. Sự biến tính của các hợp chất màu có thể xảy ra ở môi trường có oxy hoặc môi trường trung tính, còn vận tốc của sự biến đổi có thể phụ thuộc vào môi trường hoặc không. Thí dụ: với sự có mặt của đường, axit amin và ni tơ, hiện tượng vàng của khoai tây sấy khô phần lớn phụ thuộc vào nhiệt độ.

Do các quá trình oxy hoá và thủy phân các chất màu hoà tan trong chất béo có thể gây ra sự biến đổi màu sắc, mùi, vị. Thí dụ: sự biến đổi màu sắc của các chất màu carotin và lycopin của bột cà chua do sự phai màu của các chất màu gây ra. Sự biến màu của antoxian có thể dẫn đến sự mất màu hoặc thay đổi màu của cà rốt, củ cải.v...Sự oxy hoá các lipit, các vi thể mỡ và bơ làm cho sản phẩm bị đắng, làm mất hoặc thay đổi vị. Hiện tượng này có thể gặp ở khoai tây, cà rốt, bột chế biến từ các loại quả họ citrus (chanh, cam)

Với sự phát triển của hoá học và vi sinh học người ta có thể giải thích được nhiều hiện tượng trong số các hiện tượng trên. Đúng về mặt hình dạng và chất lượng bên trong người ta cho rằng rau và quả sấy có chất lượng tốt nhất sau khi chế biến. Khi bảo quản chỉ có thể cố gắng kéo dài thời gian giữ được chất lượng của sản phẩm.

Điều kiện bảo quản còn phụ thuộc vào phương pháp đóng gói mặt khác trong bất cứ trường hợp nào, sản phẩm cũng phải được bảo vệ khỏi tác dụng của độ ẩm, ánh sáng và sự quá nhiệt, mùi vị lạ và sự xâm nhập của các côn trùng.

Ở các xí nghiệp sấy người ta không chỉ bảo quản thành phẩm mà còn cả vật liệu đóng gói để vận chuyển sản phẩm. Ở đây thời gian bảo quản khá lâu với lượng bán thành phẩm để sản xuất các loại sản phẩm hỗn hợp, sản phẩm dạng rời, dạng bột v.v...

Sản phẩm sấy nghiền nhỏ thì diện tích riêng bề mặt chúng càng lớn, chúng càng chịu nhiều ảnh hưởng có hại. Ví dụ: hút ẩm, oxy hoá, hỏng do tác dụng ánh sáng. Bởi vậy từng sản phẩm sấy riêng lẻ thường chế biến dạng rời (hạt) và chỉ làm thành dạng bột trước khi vận chuyển đến nơi tiêu thụ. Bảo quản dài hạn sản phẩm đã nghiền nhỏ (dạng bột) có nhiều khó khăn, không thuận lợi, nên người ta thường sử dụng kho có điều hoà với nhiệt độ 7-8 oC để bảo quản sản phẩm ở dạng bột.

Nhiệt độ cao có thể làm tăng nhanh sự biến đổi các chất màu. Kinh nghiệm cho thấy: bảo quản hành đã sấy khô có hàm ẩm cuối 4,77 % đóng gói với trọng lượng không quá 150 g ở kho có độ ẩm tương đối của không khí 44 % và với nhiệt độ 15, 25, 35 oC trong 9 tháng.

Sự biến đổi màu phụ thuộc vào bao bì đóng gói: những mẫu trong hộp kim loại thay đổi màu sắc rõ rệt, ở nhiệt độ 35 °C sự thay đổi màu giống như sự thay đổi màu của sản phẩm đựng trong túi polietylen ở 25 °C. Ở 15 °C đóng gói kim loại hoặc trong túi giấy kín cho kết quả như nhau. Sản phẩm trong túi polietylen thay đổi cũng không đáng kể. Sự đổi màu ở 15 °C bắt đầu xuất hiện sau 15 tuần bảo quản, ở 35 °C sau 7 tuần.

Chỉ số khác nhau ở sản phẩm lúc đầu và cuối trong quá trình bảo quản.

Nhiệt độ bảo quản cao (trên 28 °C) có thể làm giảm tính dẻo của sản phẩm dạng bột (bột hành, bột cà chua, bột quả, bột sữa v.v...) và có sự vón cục của chúng sau khi làm lạnh.

Khi bảo quản quả sấy khô có độ ẩm cuối cao thì nhiệt độ bảo quản không được lớn hơn 15 °C và độ ẩm tương đối của không khí nhỏ hơn 70 %. Độ ẩm tương đối của không khí cao cũng là nguyên nhân làm mốc các sản phẩm loại quả. Những sản phẩm bảo quản trong kho không được tiếp xúc trực tiếp với sàn nhà hoặc với bề mặt tường, bởi vì sự ngưng tụ hơi nước trên bề mặt tiếp xúc với tường hoặc sàn lạnh bị chặn bởi luồng không khí dẫn đến sự xuất hiện mốc ngay cả khi trong kho khô ráo.

Điều quan trọng đối với vấn đề bảo quản rau quả khô là thường xuyên bảo vệ chúng khỏi sự phá hoại của các loài sâu bọ và gặm nhấm.

Đặc biệt nguy hiểm là nhữn giại sấu gây thiệt hại đáng kể, Thường gặp nhất ở các loại sau: sâu kho hoặc sâu cacao (*Ephestialutela*), sâu bột (*Ephestia kuniella*), sâu hạt (*Tinea granelus*). Một con sâu cái có thể đẻ 90-400 trứng và mỗi năm cho 2-5 lứa, hoạt động của sâu phụ thuộc vào nhiệt độ kho. Chú ý không cho các loại bướm lọt vào kho, vì bướm là một giai đoạn sinh trưởng của sâu. Trong 3 giai đoạn chuyển dạng của sâu, giai đoạn hai sâu có khả năng sống tốt nhất.

Những sản phẩm bị lọt ra ngoài từ các bao bì bị hở, rách, phần sót lại của bao bì cũ sẽ tạo điều kiện phát triển thuận lợi cho các loài sâu. Vì thế những phần sản phẩm hỏng và các bao bì đã sử dụng rồi không được để trong kho dù là thời gian rất ngắn. Có thể dùng lưới để tránh các loài bướm xâm nhập vào kho. Nhất thiết phải sát trùng kho thường xuyên và đặt đèn chống sâu (insecutor). Tiến hành sát trùng bằng các chất có khả năng giết sâu bọ ở cả ba giai đoạn phát triển của chúng.

Tốc độ sinh sản của sâu bọ phụ thuộc vào nhiệt độ trong kho. Sự phát triển có thể xuất hiện ở nhiệt độ 12-15°C, nhưng sâu có khả năng phát triển mạnh nhất ở nhiệt độ 20°C. Tất cả các giai đoạn phát triển của sâu bọ được giữ vững ngay cả ở nhiệt độ thấp và chúng chịu được mùa đông. Vào nhữn gtháng mùa đông và mùa hè rất thích ợp cho sự phát triển của sâu bướm, chúng có thể từ ngoài rơi vào xí nghiệp, nhà kho.

Nguồn gốc truyền nhiễm sâu đôi khi còn do dùng bao bì sử dụng lau ngày (đã cũ) để bảo quản sản phẩm. Vì thế bao bì cũ (đã dùng trên 1 năm) phải kiểm tra cẩn thận và bảo quan riêng biệt với bao bì mới. Các vật liệu để đóng gói (các tông, bao giấy) không được để cùng với sản phẩm.

Chỉ có sát trùng và kiểm tra thường xuyên mới có thể tránh được sâu bọ.

Các chất sát trùng đối với sâu bọ:

Khí T (hỗn hợp của oxit etylen và oxy), bromua metyl và florua hydro.

Khi sát trùng nhà kho cần theo quy định chặt chẽ phần hoá học còn lại trong sản phẩm không được vượt quá mức quy định của y tế.

Những quả khô không sunfua hoá thường sát trùng bằng khí bromua metyl. Thời gian sát trùng phụ thuộc vào hàm lượng ẩm, có thể biến đổi trong khoảng 5-24 giờ. Propyl etylen được dùng để xử lý các loại quả khô đã đóng gói, nấm sấy khô được xử lý bằng khí T.

MỤC LỤC

CHƯƠNG I: ĐỐI TƯỢNG SẤY VÀ MỐI QUAN HỆ CỦA CHÚNG	1
1.1 Nguyên vật liệu ẩm.....	1
1.1.1 Phân loại các nguyên vật liệu ẩm	1
1.1.2 Các dạng liên kết trong vật liệu ẩm:.....	1
1.1.3 Các đặc trưng trạng thái ẩm của vật liệu ẩm	3
1.2 Tác nhân sấy	4
1.2.1 Không khí ẩm: các thông số đặc trưng.....	5
1.2.2 Khói lò (khí lò đốt)	8
1.3 Quan hệ giữa vật liệu ẩm và không khí chung quanh	9
1.3.1 Độ ẩm cân bằng	9
1.3.2 Độ ẩm tới hạn w_{th}	9
CHƯƠNG II : CƠ SỞ KỸ THUẬT SẤY	11
2.1 Cân bằng vật chất của máy sấy.....	11
2.2 Máy sấy lý thuyết	11
2.3 Sử dụng biểu đồ I-X trong tính toán quá trình sấy.....	12
2.3.1 Mô tả quá trình sấy trong đồ thị i-X đối với không khí ẩm	12
2.3.2 Tính toán cho máy sấy một cấp	13
2.3.3 Máy sấy nhiều cấp	13
2.3.4 Máy sấy tuần hoàn	14
2.3.5 Máy sấy thực tế.....	15
2.4 chuyển Động Ẩm trong sản phẩm sấy.....	15
2.5 vận tốc sấy	16
2.5.1 Khái niệm về vận tốc sấy.....	16
2.5.2 Các giai đoạn vận tốc sấy :	17
2.5.3 Tính toán vận tốc sấy	18
2.5.4 Tính toán thời gian sấy	19
2.6 phương pháp và thiết bị sấy	19
2.6.1 Phơi và sấy bằng năng lượng mặt trời	19
2.6.2 Sấy đối lưu	21
2.6.3 Máy sấy tiếp xúc (contact dryer)	29
2.6.4 Sấy thăng hoa	31
2.6.5 Máy sấy bức xạ	36
2.6.6 Sấy bằng điện trường dòng cao tần (dielectric).....	38
2.7 Chọn lựa máy sấy	39
2.7.1 Cơ sở cho việc chọn lựa máy sấy.....	39
2.7.2 Phương pháp chọn	42
2.8 Tính toán thiết bị sấy	43
2.8.1 Yêu cầu tính toán.....	43
2.8.2 Phần tính toán : nội dung tính toán.....	44
2.8.3 Một số công thức cơ bản trong tính toán thiết bị sấy	45
CHƯƠNG III: CÔNG NGHỆ SẤY NÔNG SẢN, THỰC PHẨM VÀ THỨC ĂN GIA SÚC	48
3.1 Ảnh hưởng của quá trình sấy đến chất lượng sản phẩm.....	48
3.1.1 Ảnh hưởng đến cấu trúc	48
3.1.2 Ảnh hưởng đến mùi vị	50
3.1.3 Ảnh hưởng đến màu sắc.....	51
3.1.4 Ảnh hưởng đến giá trị dinh dưỡng.....	52

3.1.5	Ảnh hưởng đến sự hồi nguyên sản phẩm (rehydration)	53
3.2	Kỹ thuật sấy một số sản phẩm thực phẩm	53
3.2.1	Sấy đường tinh thể	53
3.2.2	Sấy tinh bột	54
3.2.3	Công nghệ sấy các sản phẩm từ bột nhào	55
3.2.4	Sấy trứng	59
3.2.5	Sấy sữa	62
3.2.6	Sản xuất hải sản khô	65
3.3	Kỹ thuật sấy các loại hạt	71
3.3.1	Đặc điểm sấy các loại hạt	71
3.3.2	Tính chất sấy các loại hạt khác nhau	74
3.3.3	Các phương pháp sấy hạt	75
3.4	Công nghệ sấy malt	76
3.4.1	Mục đích và các nguyên lý cơ bản của sấy malt	76
3.4.2	Các giai đoạn sấy malt	76
3.4.3	Những yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến vận tốc sấy và chất lượng của malt	78
3.4.4	Bảo quản malt khô	80
3.5	Kỹ thuật sấy các loại rau quả	80
3.5.1	Ý nghĩa:	80
3.5.2	Sơ đồ công nghệ sấy rau quả	80
3.5.3	Các nhân tố chính ảnh hưởng đến hiệu quả sấy	81
3.5.4	Kỹ thuật sấy một số loại rau	83
3.5.5	Sấy các loại quả	88
3.5.6	Sản xuất bột rau quả	90
3.6.1	Sấy chè	93
3.6.2	Sấy thuốc lá	96
3.7	Kỹ thuật sấy thức ăn gia súc từ thực vật	99
3.7.1	Những đặc điểm	99
3.7.2	Những thiết bị sấy đối với nguồn thức ăn thực vật của gia súc	104
CHƯƠNG IV: ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG VÀ BẢO QUẢN SẢN PHẨM SẤY		107
4.1	Tiêu chuẩn đánh giá chất lượng sản phẩm sấy	107
4.1.1	Hình dáng, kích thước và thể tích của sản phẩm	107
4.1.2	Màu sắc	108
4.1.3	Nồng độ vị, chất thơm và các chất khác	108
4.1.4	Nồng độ đường và muối	109
4.1.5	Sự ngấm nước và độ sánh	109
4.1.6	Độ ẩm	111
4.1.7	Tạp chất cơ học và hoá học	113
4.1.8	Hoá chất dùng trong sản xuất	113
4.1.9	Những tạp chất và phân tử lạ:	114
4.1.10	Những yêu cầu về vi sinh vật	115
4.2	Bao gói và bảo quản sản phẩm sấy	117