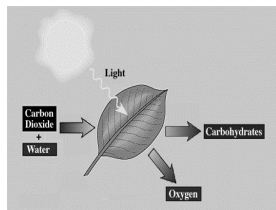


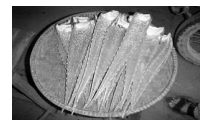
- Nước giữ vai trò quan trọng trong đời sống.
- Là thành phần chính của cơ thể và của sản phẩm thực phẩm
- Là môi trường cũng là một thành phần của các phản ứng hoá sinh



- Nhào rửa nguyên liệu
- Vận chuyển và xử lý nguyên liệu



- Đảm bảo giá trị cảm quan của sản phẩm
- Tăng cường các quá trình sinh học như hô hấp, lên men
- Tham gia vào quá trình làm lạnh hoặc gia nhiệt

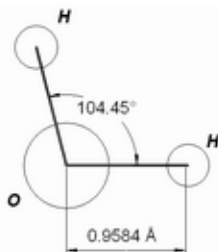


Bài 2: NƯỚC

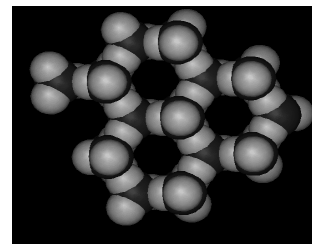
- 2.1. Cấu trúc phân tử nước
- 2.2. Tính chất của nước
- 2.3. Trạng thái của nước trong thực phẩm
- 2.4. Hoạt độ của nước và đường đẳng nhiệt hấp thụ
- 2.5. Ảnh hưởng của hoạt độ nước đến thực phẩm

2.1 Cấu tạo của nước

- Ở thể hơi nước ở dạng đơn phân (monomer)



- Ở thể rắn, trong nước đá, các phân tử nước được sắp xếp thành mạng lưới tinh thể và mỗi phân tử nước được bao quanh bởi 4 phân tử nước khác, với liên kết hydro



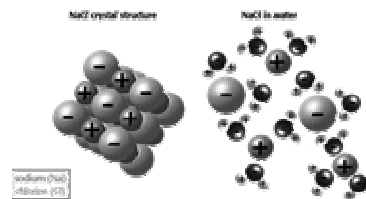
- Ở trạng thái lỏng, cấu trúc tứ diện vẫn được duy trì cục bộ và tồn tại đồng thời với nước dạng phân tử có mật độ lớn



2.2. TÍNH CHẤT CỦA NƯỚC

2.2.1 PHẢN ỨNG GIỮA NƯỚC VỚI CHẤT TAN:

- Solvat hoá các ion: do tính phân cực mạnh, nên các phân tử nước liên kết với các ion của chất tan, tạo thành lớp vỏ hydrat
- Ví dụ: bao quanh K^+ , Na^+ là 6 phân tử nước và Cl^- là 2 phân tử nước



2.2. TÍNH CHẤT CỦA NƯỚC

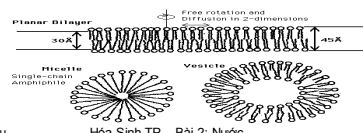
2.2.1 PHẢN ỨNG GIỮA NƯỚC VỚI CHẤT TAN:

- Ion hoá các ion:
Ví dụ: ion hoá acid hữu cơ:
 $H-O-H + H-O-C-R$
- Nhiệt hoà tan: hoà tan một chất rắn kèm theo sự phát nhiệt hoặc thu nhiệt, tùy thuộc lực phản ứng giữa các phân tử chất tan và các phân tử nước

2.2. TÍNH CHẤT CỦA NƯỚC

2.2.2 PHẢN ỨNG GIỮA NƯỚC VỚI CÁC PHÂN TỬ LƯỢNG CỰC:

- Một số dẫn suất của lipid: xà phòng, phospholipid, muối mật... là chất lưỡng cực, trong phân tử có đồng thời nhóm kỵ nước (hydrophobe) và nhóm ưa nước (hydrophile)
- Ví dụ: Natri stearate ($CH_3-(CH_2)_{16}-COO-Na^+$). Cho vào nước, các ion không tạo thành dung dịch mà tạo thành hệ keo phân tán, mỗi mixen có thể tập hợp từ 20 – 1000 gốc (đơn vị). Các nhóm cacboxylate (anion) nằm ở mặt ngoài các mixen, bao bọc bởi lớp vỏ hydrat, giống như Na^+ . Vùng trung tâm của các mixen có thể hấp phụ các phân tử kỵ nước như chất béo



2.2. TÍNH CHẤT CỦA NƯỚC

2.2.2. PHẢN ỨNG GIỮA NƯỚC VỚI CÁC PHÂN TỬ LƯỢNG CỰC:

- Tóm lại, khi đưa vào nước các chất khác nhau dưới dạng dung dịch hay dung dịch keo sẽ tạo ra các thuộc tính kết hợp, tùy thuộc vào số lượng phân tử có mặt mà làm thay đổi: giảm áp suất hơi bão hoà, tăng điểm sôi, giảm điểm đóng băng...

2.3. TRẠNG THÁI CỦA NƯỚC TRONG THỰC PHẨM

- Hàm lượng nước (hoặc độ ẩm) của thực phẩm là tỷ lệ giữa khối lượng nước có trong thực phẩm so với khối lượng thực phẩm ướt hoặc so với khối lượng thực phẩm khô
- $$\%m(\text{wet basis}) = \frac{\text{wt. H}_2\text{O}}{\text{wt. H}_2\text{O} + \text{wt. Food (dry)}}$$
- $$\%m(\text{dry basis}) = \frac{\text{wt. H}_2\text{O}}{\text{wt. Food (dry)}}$$

2.3. TRẠNG THÁI CỦA NƯỚC TRONG THỰC PHẨM

- Nhóm sản phẩm có hàm lượng nước cao (trên 40%)



ThS. Phạm Hồng Hiếu

Hóa Sinh TP – Bài 2: Nước

13

2.3. TRẠNG THÁI CỦA NƯỚC TRONG THỰC PHẨM

- Nhóm sản phẩm có hàm lượng nước trung bình (10-40%)



ThS. Phạm Hồng Hiếu

Hóa Sinh TP – Bài 2: Nước

14

2.3. TRẠNG THÁI CỦA NƯỚC TRONG THỰC PHẨM

- Nhóm sản phẩm có hàm lượng nước thấp (dưới 10%)



ThS. Phạm Hồng Hiếu

Hóa Sinh TP – Bài 2: Nước

15

2.3. TRẠNG THÁI CỦA NƯỚC TRONG THỰC PHẨM

- Lợi ích của việc xác định độ ẩm:
 - Cần thiết về công nghệ.
 - Cần thiết về phân tích
 - Cần thiết cho mua bán...

ThS. Phạm Hồng Hiếu

Hóa Sinh TP – Bài 2: Nước

16

2.3. TRẠNG THÁI CỦA NƯỚC TRONG THỰC PHẨM

- Trong thực phẩm nước có thể ở dạng tự do hoặc ở dạng liên kết. Tùy theo mức độ mà có 3 dạng liên kết
 - Liên kết hóa học
 - Liên kết hóa lý hay hấp thụ
 - Liên kết mao quản hay cơ lý

ThS. Phạm Hồng Hiếu

Hóa Sinh TP – Bài 2: Nước

17

2.3. TRẠNG THÁI CỦA NƯỚC TRONG THỰC PHẨM

- **NƯỚC TỰ DO:** Là chất lỏng giữa các mixen có tính chất của nước nguyên chất

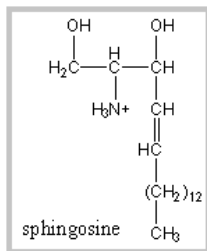
ThS. Phạm Hồng Hiếu

Hóa Sinh TP – Bài 2: Nước

18

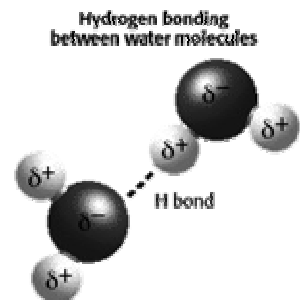
2.3. TRẠNG THÁI CỦA NƯỚC TRONG THỰC PHẨM

- Liên kết hóa học: Liên kết chặt chẽ với nguyên liệu, thường ở dạng nước hydrat



2.3. TRẠNG THÁI CỦA NƯỚC TRONG THỰC PHẨM

- Liên kết hóa lý hay liên kết hấp thụ: Độ bền liên kết trung bình, thường thấy là liên kết hydro



2.3. TRẠNG THÁI CỦA NƯỚC TRONG THỰC PHẨM

- Liên kết mao quản hay liên kết cơ lý:
 - Là dạng liên kết yếu
 - Nước từ ngoài đi vào bên trong, ngưng tụ và làm đầy các mao quản

2.4. HOẠT ĐỘNG NƯỚC VÀ ĐƯỜNG ĐẲNG NHIỆT HẤP THỤ

2.4.1. Hoạt độ nước:

- Giá trị của thực phẩm, tính chất cảm quan, độ bền của các sản phẩm khi bảo quản phụ thuộc vào thành phần các chất hữu cơ và vô cơ, trong đó nước đóng vai trò quyết định.
- Năm 1952, W.J.Scott đã đưa ra kết luận chất lượng của thực phẩm được bảo quản không phụ thuộc vào hàm lượng nước mà phụ thuộc vào hoạt độ nước, được tính theo công thức sau:

- P là áp suất hơi riêng phần của nước trong thực phẩm ở nhiệt độ T
- P₀ là áp suất hơi bão hòa của dung môi nguyên chất ở nhiệt độ T

Qui định nước nguyên chất có aw = 1 đơn vị
Một dung dịch hay thực phẩm nào đó luôn có aw < 1 đơn vị

- Trong điều kiện cân bằng, a_w của dung dịch = P hơi tương đối do dung dịch đó tạo ra trong môi trường quanh nó
- Hay: $a_w \cdot 100 = \text{độ ẩm tương đối bách phân}$

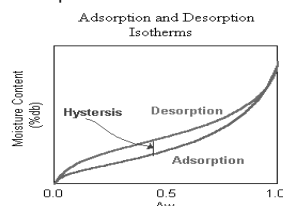
MỐI LIÊN QUAN GIỮA a_w VÀ ĐỘ ẨM

- Sản phẩm có hàm ẩm cao thường chứa nhiều nước tự do nên có a_w cao
- Khi tách nước hoặc thêm chất tan vào dung dịch làm tăng lượng nước liên kết thì a_w giảm

2.4. HOẠT ĐỘNG NƯỚC VÀ ĐƯỜNG ĐẲNG NHIỆT HẤP THỤ

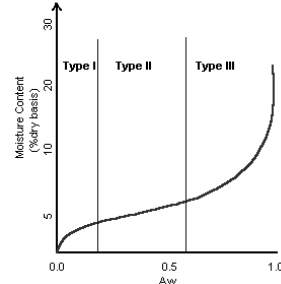
2.4.2. Đường đẳng nhiệt hấp thụ:

- Đường đẳng nhiệt hấp thụ (hoặc phân hấp thụ) là đường cong thể chỉ lượng nước được giữ bởi một thực phẩm nào đó, khi ở điều kiện cân bằng và tại một nhiệt độ xác định, phụ thuộc vào độ ẩm tương đối của khí quyển bao quanh.
Hay ngược lại nó chỉ áp suất hơi gây ra bởi nước của một thực phẩm phụ thuộc vào chính hàm lượng nước của chính sản phẩm đó.



ĐƯỜNG ĐẲNG NHIỆT HẤP THỤ

Adsorption Isotherm for Water in Foods



Type I - Bound Water
Here water is adsorbed on the surface of macromolecular colloids. Thus it is known as the water of hydration. The adsorption forces include both hydrogen bonding and Van der Waals forces.

Type 2 - Monolayer Moisture Content
In this case the monolayer is adsorbed and the first multilayers are added.

Type 3 - Free Water
Here water fills the intergranular spaces and the spaces within the pores. This water is mobile and retains the properties of water. Thus, it is a dispersing agent as well as a solvent

2.4. HOẠT ĐỘNG NƯỚC VÀ ĐƯỜNG ĐẲNG NHIỆT HẤP THỤ

2.4.2. Đường đẳng nhiệt hấp thụ:

- Ở vùng $0 < A_w < 0.3$ (đẳng nhiệt hấp thụ): nước ở dạng liên kết mạnh, hydrate hoá trực tiếp các nhóm chức: $-\text{NH}_3^+$, $-\text{COO}^-$ (của protein), $-\text{OH}$ của glucid...nước này không đóng băng và còn tồn tại trong thực phẩm sấy khô
- Khi $A_w > 0.3$: tiếp theo lớp nước đơn phân tử, lần lượt xếp chồng lên các lớp nước khác với lực liên kết yếu dần với các thành phần vô cơ và hữu cơ của thực phẩm. Nước này dần trở thành nước tự do

2.4. HOẠT ĐỘNG NƯỚC VÀ ĐƯỜNG ĐẲNG NHIỆT HẤP THỤ

2.4.2. Đường đẳng nhiệt hấp thụ:

- Hai đường cong hấp thụ và giải hấp thụ nước không trùng nhau. Cùng một hàm lượng nước, sự cân bằng giải hấp thụ tạo nên hoạt độ của nước tương ứng nhỏ hơn so với sự cân bằng của hấp thụ. Hiện tượng đó gọi là "sự trễ" và chỉ xuất hiện khi $A_w > 0.2$
- Hiện tượng trễ được giải thích: các lỗ hổng trong thực phẩm, nơi chúng có bề mặt nhỏ hơn so với chiều sâu. Áp suất hơi nước cần thiết để lấp đầy cao hơn so với trường hợp các lỗ hổng được làm trống. Hiện tượng trễ thường gặp trong rau quả

2.4. HOẠT ĐỘ NƯỚC VÀ ĐƯỜNG ĐẲNG NHIỆT HẤP THỤ

2.4.2. Đường đẳng nhiệt hấp thụ:

➤ Ưu điểm:

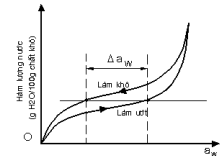
- Aw trong một thực phẩm càng thấp càng dễ bảo quản bởi vì hạn chế sự phát triển của vi sinh vật và các biến đổi hoá học. Các đường cong đẳng nhiệt hấp thụ là công cụ để dự đoán các tính chất của thực phẩm và từ đó lựa chọn các chế độ gia công kỹ thuật và bảo quản thích hợp

2.4. HOẠT ĐỘ NƯỚC VÀ ĐƯỜNG ĐẲNG NHIỆT HẤP THỤ

2.4.2. Đường đẳng nhiệt hấp thụ:

➤ Ưu điểm:

- Tái làm ẩm một thực phẩm khô:
- Cùng 1 độ ẩm, thực phẩm được tái làm ẩm có Aw lớn hơn so với thực phẩm được làm khô từng phần. Đây là trường hợp rau, quả. Thực phẩm được tái làm ẩm bị hư hỏng dễ hơn so với thực phẩm sấy khô từng phần.

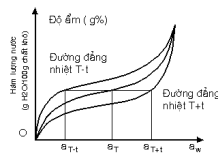


2.4. HOẠT ĐỘ NƯỚC VÀ ĐƯỜNG ĐẲNG NHIỆT HẤP THỤ

2.4.2. Đường đẳng nhiệt hấp thụ:

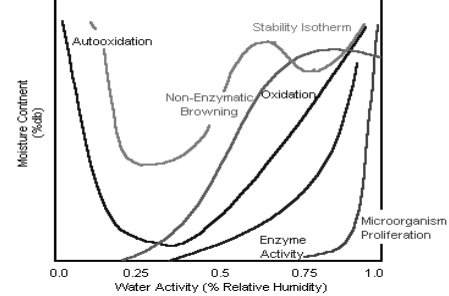
➤ Ưu điểm:

- Ảnh hưởng của sự thay đổi nhiệt độ đối với Aw:
- Ẩm không đổi, trong bao bì kín, làm tăng nhiệt độ sẽ làm tăng Aw. Sự thay đổi với độ này nhạy xảy ra khi Aw=0.4. Do đó, cần chú ý bảo quản ở nhiệt độ thấp và không đổi

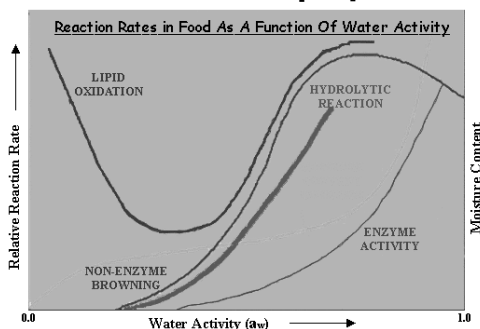


2.5. Ảnh hưởng của hoạt độ nước đến thực phẩm

Influence of Water Activity on Reaction Rates



2.5. Ảnh hưởng của hoạt độ nước đến thực phẩm



2.5. Ảnh hưởng của hoạt độ nước đến thực phẩm

2.5.1. Oxy hoá chất béo

➤ Tác dụng lên các gốc tự do và peroxyd:

- Khi Aw rất thấp, nước có mặt trên bề mặt phân chia nước- chất béo, cố định peroxyd và ngăn cản sự phân ly chúng. Do đó có tác dụng bảo vệ
- Khi Aw~0.5, nước không còn tác dụng bảo vệ peroxyd và các phản ứng giữa các gốc tự do có thể xảy ra
- Tuy nhiên, nước cho phép vận chuyển các chất chống oxy hoá được cho vào như BHA(butylhydroxy-anisol), acid ascorbic và các phụ gia này tác dụng lên các gốc tự do

2.5. Ảnh hưởng của hoạt độ nước đến thực phẩm

2.5.1. Oxy hoá chất béo

- Tác dụng lên các kim loại:
 - Khi $0 < A_w < 0.5$: các kim loại bị hydrate hoá và không hoà tan, do đó hoạt tính xúc tác thấp và không đẩy nhanh oxy hoá chất béo
 - Khi $A_w > 0.5$, oxy hoá chất béo tăng do các kim loại linh động cao, hoạt tính xúc tác tăng tác dụng chống oxy hoá
 - Khi $A_w > 0.7$, nồng độ kim loại bị pha loãng nên hoạt tính xúc tác oxy hoá giảm

2.5. Ảnh hưởng của hoạt độ nước đến thực phẩm

2.5.1. Oxy hoá chất béo

- Tác dụng lên các kim loại:
 - Khi $0 < A_w < 0.5$: các kim loại bị hydrate hoá và không hoà tan, do đó hoạt tính xúc tác thấp và không đẩy nhanh oxy hoá chất béo
 - Khi $A_w > 0.5$, oxy hoá chất béo tăng do các kim loại linh động cao, hoạt tính xúc tác tăng tác dụng chống oxy hoá
 - Khi $A_w > 0.7$, nồng độ kim loại bị pha loãng nên hoạt tính xúc tác oxy hoá giảm

2.5. Ảnh hưởng của hoạt độ nước đến thực phẩm

2.5.2. Phản ứng hoá nâu phi enzym:

- Là phản ứng Maillard – ngưng tụ giữa đường và amin, tạo các polymer có màu nâu tối, làm giảm giá trị dinh dưỡng
- Tốc độ phản ứng hoá nâu tăng cùng với A_w và đạt cực đại ở $A_w = 0.7$
- Khi $A_w \geq 0.7$ tốc độ phản ứng hoá nâu giảm do sự pha loãng các chất phản ứng

2.5. Ảnh hưởng của hoạt độ nước đến thực phẩm

2.5.3. Phản ứng thủy phân:

- Các phản ứng thủy phân, đặc biệt là thủy phân enzym tăng song song tăng hoạt tính $0.2 < A_w < 0.9$. Khi A_w tăng, tốc độ phản ứng thủy phân tăng nhanh do sự khuếch tán enzym và cơ chất đẩy mạnh, chúng dễ dàng tiếp xúc với nhau

2.5. Ảnh hưởng của hoạt độ nước đến thực phẩm

2.5.4. Phát triển vi sinh vật:

Vi sinh vật	a_w
<i>Aspergillus caldus</i>	0,75
<i>Aspergillus flavus</i>	0,78
<i>Aspergillus niger</i>	0,77
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0,9
<i>Saccharomyces bailii</i>	0,8
<i>Aerobacter aerogenes</i>	0,94
<i>Bacillus cereus</i>	0,95
<i>E. Coli</i>	0,95
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,85

2.5. Ảnh hưởng của hoạt độ nước đến thực phẩm

2.5.5. Ảnh hưởng của nước đến tính lưu biến của sản phẩm

- Độ cứng
- Độ dẻo
- Độ dai
- Độ đàn hồi

2.5. Ảnh hưởng của hoạt độ nước đến thực phẩm

2.5.6. Ảnh hưởng của nước đến giá trị dinh dưỡng

- Nước ảnh hưởng rất lớn đến độ bền của các vitamin tan trong nước
- Những vitamin bị ảnh hưởng: B1, C...
- Với những vitamin tan trong dầu thì ngược lại

2.5. Ảnh hưởng của hoạt độ nước đến thực phẩm

2.5.7. Ảnh hưởng đến cấu trúc và trạng thái của thực phẩm chế biến

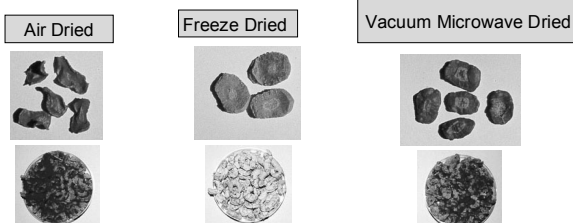
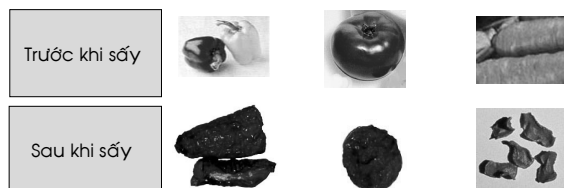
- Nước tạo lớp vỏ bề mặt, ổn định độ nhớt và khả năng hòa tan
- Nước làm biến tính protein, tạo cấu trúc gel (phomat, giò...)
- Ảnh hưởng đến khả năng tạo nhũ tương và tạo bột của protein
- Nước làm chất hoá dẻo của tinh bột, tạo độ dai, độ trong, tạo màng, tạo sợi...

Ảnh hưởng của nước đến cấu trúc của rau quả tươi

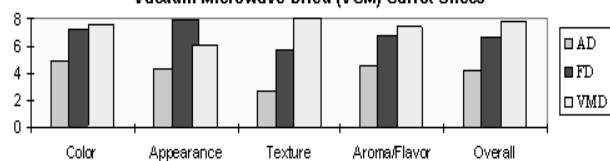
- Áp suất trương của nước bên trong tế bào giúp cho rau quả tươi có một độ căng bóng nhất định



Ảnh hưởng của nước đến cấu trúc của rau quả tươi



Sensory Evaluation of Air Dried (AD), Freeze Dried (FD), and Vacuum Microwave Dried (VMD) Carrot Slices



SỰ BIẾN ĐỔI HÀM LƯỢNG NƯỚC TRONG QUÁ TRÌNH CHẾ BIẾN, BẢO QUẢN THỰC PHẨM

- Trong rau quả, nước chủ yếu nằm ở dạng tự do trong dịch bào (80-90%). Phần còn lại có ở: màng tế bào (nước liên kết với protopectin, hemicellulose, cellulose), khoảng giữa các tế bào, trong chất nguyên sinh
- Nước trong rau quả chủ yếu ở dạng tự do, trong đó có chứa các chất hoà tan, chỉ có một phần nhỏ (<5%) là ở dạng liên kết trong các hệ keo của tế bào

- Trong quá trình bảo quản, rau quả đã tách khỏi môi trường sống và cây mẹ, sự bốc hơi nước của rau quả khi bảo quản là nguyên nhân chủ yếu làm giảm khối lượng của sản phẩm
- Sự mất nước còn ảnh hưởng đến: các quá trình trao đổi bình thường, làm giảm tính trường nguyên sinh làm rau quả bị héo. Sự héo làm tăng quá trình phân hủy các chất, phá hủy sự cân bằng năng lượng, làm giảm sức đề kháng bệnh của rau quả

- Trong rau quả, củ non, các phần tử keo của nguyên sinh chất và không bào giữ nước yếu → dễ bị mất nước
- Sự thương tổn cũng làm tăng sự mất nước (vết thương vài cm² trên quả cam làm tăng độ mất nước lên 3,4 lần)
- Sự mất nước của thực phẩm thay đổi trong quá trình bảo quản

- Lượng nước mất đi trong quá trình bảo quản còn tùy thuộc vào từng loại sản phẩm, độ già chín, nhiệt độ, ẩm thấp, vận tốc chuyển động không khí trong kho bảo quản
 - 1 tấn rau mất 600-800g nước/ngày
 - 1 tấn củ, quả mất 300-600g nước/ngày

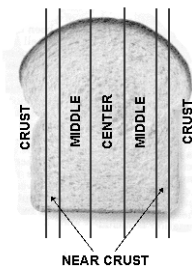
- Trong các sản phẩm thì hàm lượng nước được tiêu chuẩn hoá. Với hàm lượng nước cao sẽ cho sản phẩm một hướng chất lượng nào đó, tốt hoặc xấu.
 - Hạt lượng thực, có hàm lượng nước bằng 14%, nếu cao hơn, hạt lượng thực dễ bị hư hỏng do nấm mốc phát triển
 - Rau quả tươi khi mất nước 5-7%, dễ bị héo hay thối
 - Cơ thể động vật: mất 15-20% thì bị chết

- Để chống sự mất nước do bay hơi nước cần:
 - Hạ thấp nhiệt độ phòng bảo quản
 - Phải bảo quản rau quả trong phòng có độ ẩm cao: 85-95%
 - Tránh vẩy nước trực tiếp, tạo các hạt nước dư thừa trên bề mặt rau quả là điều kiện thích hợp cho sự phát triển của vi sinh vật
 - Xếp rau quả tươi trong hầm chất, vùi trong cát, đựng trong các túi polyethylen, gói giấy

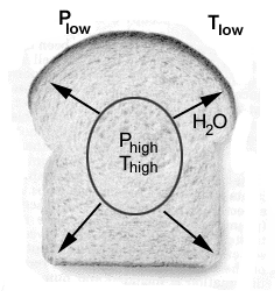
Bài tập

Câu 1: Đây là ổ bánh mì vừa ra lò:

1. Nơi nào nóng nhất
2. Nơi nào lạnh nhất
3. Áp suất hơi nước đi từ trung tâm bánh mì ra bên ngoài. Còn nước đi như thế nào?



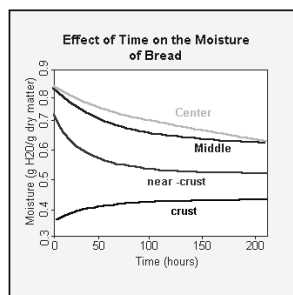
- Nếu ta đặt ổ bánh mì vào trong tủ lạnh. điều gì sẽ xảy ra ở lớp ngoài cùng của vỏ bánh mì có bao bì? không bao bì



Trả lời

- Bao gói sẽ ngăn chặn sự dịch chuyển nước ở lớp vỏ ngoài cùng của bánh mì sang môi trường không khí xung quanh. do vậy, nước được giữ lại giúp cho bánh mì mềm.
- Ngược lại, nếu không bao gói sẽ làm bánh mì cứng và dòn.

- Độ ẩm trong bánh mì thay đổi theo thời gian bảo quản. Chúng ta có thể bổ sung chất gì vào bánh mì để làm chậm quá trình này.



Trả lời

- Bổ sung chất kỳ chất phụ gia nào mà liên kết được với nước. Ví dụ: muối, tinh bột biến tính

Bài tập

Câu 2: Trong quá trình bảo quản sữa bột ở 40°C, khảo sát hoạt tính của nước: khi $A_w = 0.68$ sữa bột trở nên hoá nâu nhưng khi $A_w = 0.4$, phản ứng hoá nâu không xảy ra. Tại sao?

Bài tập

Câu 3: Bảo quản một miếng thịt bò ở nhiệt độ phòng trong khoảng thời gian kéo dài: 32% lysine, 12% leucine, 40% tryptophan and 12% methionine bị mất. Tại sao?

