

# $\text{H}_2\text{O}$ è un solvente polare

La polarità della molecola (e la presenza dei legami idrogeno) determina proprietà solventi per:

composti ionici,

molecole unite da legami covalenti polari come ad es. acidi e basi,

sostanze organiche con gruppi polari (a basso p.m. con un solo gruppo polare o ad alto p.m. con più gruppi polari),

molecole con parti idrofile ed idrofobe

$\text{H}_2\text{O}$  è un solvente polare

Tutte le macromolecole ed in particolare  
proteine e polisaccaridi interagiscono  
fortemente con l'acqua e questo è alla base  
delle caratteristiche dei prodotti  
alimentari e delle loro proprietà

Tutti i composti polari o ionici che si sciolgono in acqua vengono definiti **IDROFILICI**

I composti apolari che **NON** si sciolgono in acqua vengono definite **IDROFOBICI**

Le molecole **anfifiliche** (o **anfipatiche**) contengono sia gruppi idrofobi che idrofili

L'effetto idrofobico è la tendenza delle molecole idrofobiche a minimizzare i contatti con l'acqua.

# Attività dell'acqua

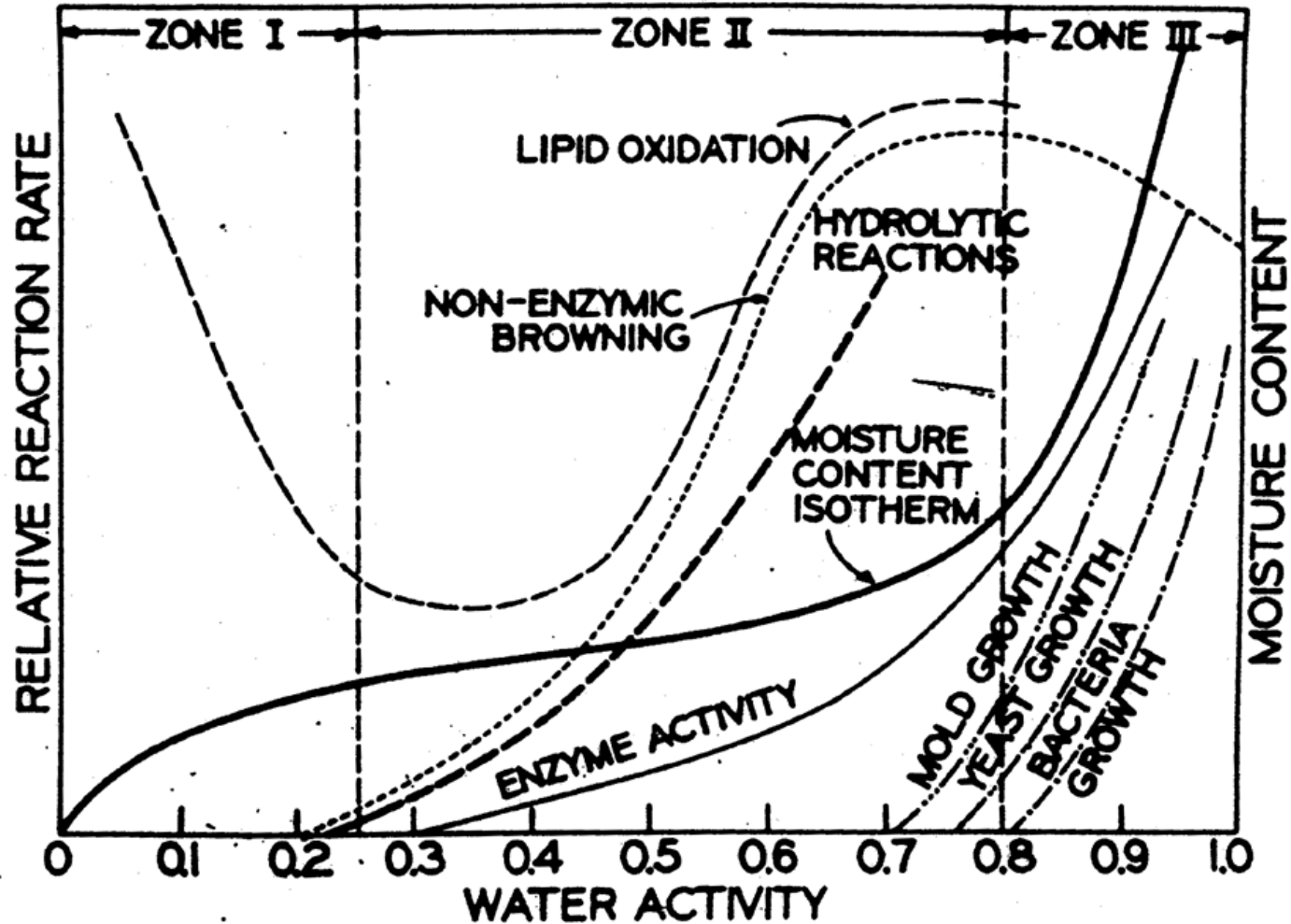
# E' un parametro fondamentale perchè:

- Fornisce una stima quantitativa della **frazione di acqua libera** contenuta in un alimento
- L'acqua libera:
  - è prontamente utilizzata dai micro-organismi per la loro riproduzione;
  - consente l'interazione per contatto dei reagenti nelle reazioni chimiche o enzimatiche, desiderabili o indesiderabili
    - imbrunimento termico o reazione di Maillard
    - imbrunimento enzimatico
- È uno dei fattori più critici nel determinare qualità e sicurezza di alimenti, farmaci, cosmetici:
  - Stabilità chimica e biologica (shelf life, safety)
  - Aspetto, consistenza, sapore, odore

# Definizione di $a_w$

- È il rapporto tra la pressione di vapore presente al di sopra dell'alimento ( $p_v$ ), ad una certa temperatura, e la pressione di vapore dell'acqua pura ( $p_0$ ) alla stessa temperatura:
- $a_w = p_v / p_0$  è anche detta Umidità relativa all'equilibrio (ERH)
  - $a_w$  è una costante caratteristica di ogni alimento (a  $t = \text{cost.}$ )
- Il valore di attività dell'acqua negli alimenti è sempre inferiore a 1 ( $0 < a_w < 1$ )
- In una camera ermetica l'acqua libera contenuta in un alimento, evaporando spontaneamente, tende a saturare l'ambiente fino all'equilibrio
- Perciò con la misura nella fase di vapore si determina l'attività dell'acqua del campione

Velocità relative di deterioramento degli alimenti  
come funzione di  $a_w$  (Grafico di Labuza)



# Valori approssimati di $a_w$ per alcuni alimenti

Frutta e verdure fresche Uova Carni Formaggi freschi Pane fresco	0,95 - 0,97
Formaggi Salumi stagionati	0,87 - 0,93
Marmellate	0,82 - 0,93
Legumi secchi Farina, Riso	0,80 - 0,87
Frutta secca	0,72 - 0,80
Biscotti	0,30
Latte in polvere	0,20

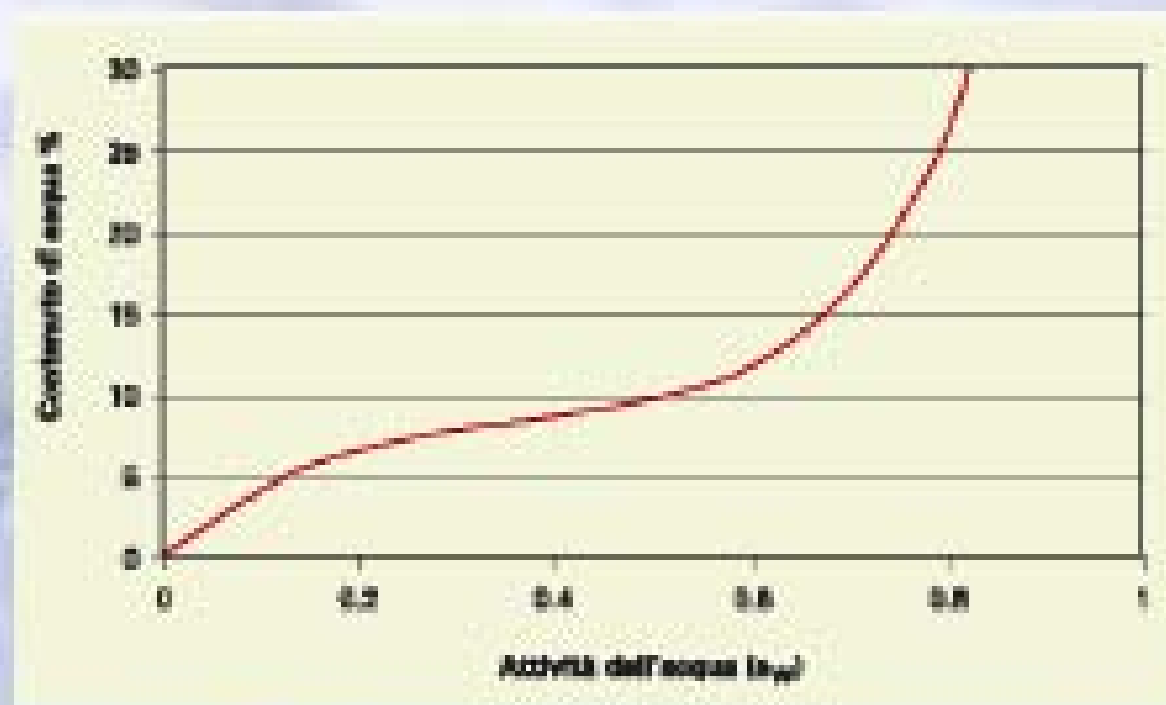
# Deteriorabilità degli alimenti in funzione di $a_w$ e pH

<b>Categoria</b>	<b>pH</b>	<b><math>a_w</math></b>	<b>Temperatura di conservazione</b>
Altamente deteriorabile	> 5,2	> 0,95	< 6°C
Deteriorabile	5,0-5,2	0,90-0,95	< 11°C
Stabile	<5	<0,90	Temp. Amb.

## Isoterme di assorbimento - Contenuto di acqua

In un prodotto esiste una relazione diretta tra il valore  $A_w$  e il contenuto d'acqua in percentuali di peso, tale relazione è detta

**isoterma di assorbimento.**



## Isoterme di assorbimento

Per ogni valore di umidità relativa l'isoterma di assorbimento indica la percentuale d'acqua di un materiale ad una data temperatura costante.

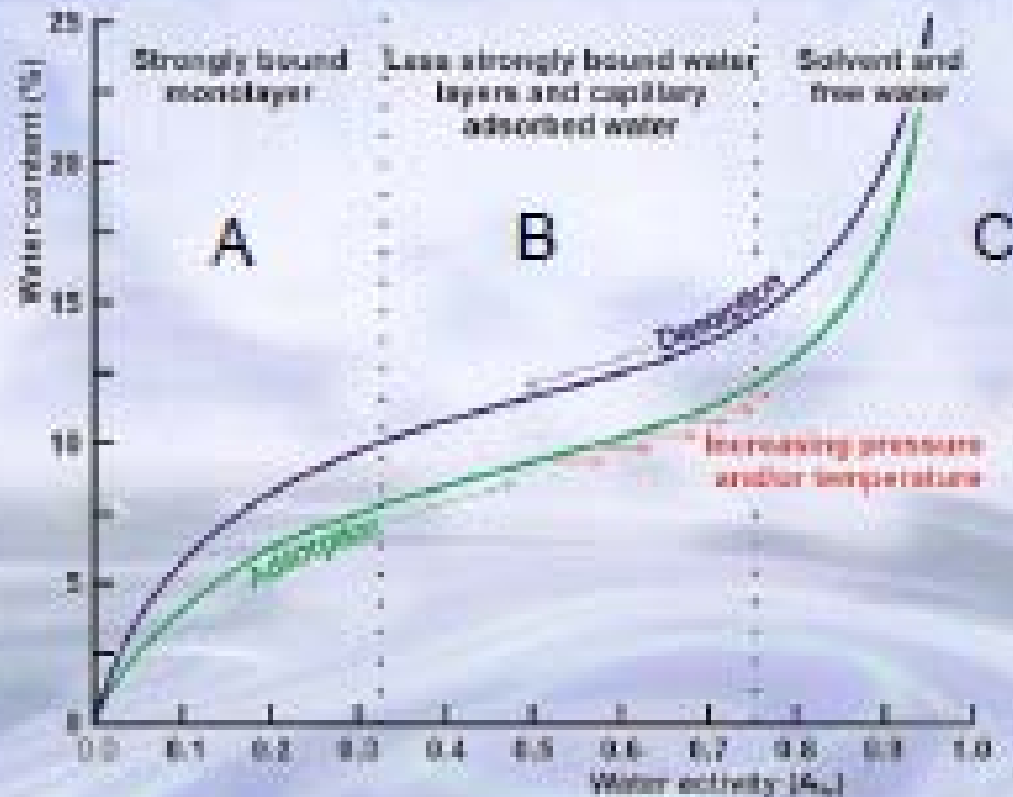
Con il variare della composizione o della qualità del materiale, varia anche il processo di assorbimento.

A causa della complessità delle procedure di assorbimento è difficile determinare le isoterme in via matematica.

Perciò è necessario rilevarle in forma sperimentale, per ogni singolo prodotto e per ogni singola Temperatura.

Si ottiene sperimentalmente essiccando l'alimento di cui si vuole costruire l'isoterma e portandolo, successivamente, a contatto con un ambiente ad umidità nota fino al raggiungimento di condizioni di equilibrio.

# Isoterme di assorbimento



## Isoterme di assorbimento

Osservando l'andamento caratteristico di una tale curva, si riconoscono tre zone principali indicate con le lettere A, B e C.

Per valori sufficientemente bassi di  $a_w < 0.2; 0.3$  (regione A) le molecole di acqua sono saldamente legate al solido grazie all'insorgenza di legami ad idrogeno o interazioni elettrostatiche tra le stesse molecole di acqua e gruppi fortemente polari.

In tali condizioni l'acqua non è disponibile per favorire lo sviluppo microbico o la comparsa di reazioni chimiche che producano delle alterazioni.

## Isoterme di assorbimento

All'interno delle regioni indicate con B e C le molecole di acqua sono gradualmente sempre meno impegnate in legami con il substrato e una parte rilevante di ciò che è stato adsorbito è presente come liquido "libero".

Il grafico evidenzia, inoltre, il fenomeno della isteresi, presente nella quasi totalità dei processi di adsorbimento in misura variabile con la natura e lo stato del substrato, secondo il quale la curva di desorbimento non coincide con quella di adsorbimento (in genere giace al di sopra); il solido, a parità di  $a_w$  rilascia una quantità minore di acqua rispetto a quella che adsorbe nelle medesime condizioni.

## Isoterme di assorbimento

Ripetendo le misurazioni e la corrispondente costruzione della curva per valori crescenti di  $T$  si constata una traslazione verso destra della isoterma, che evidenzia come, per un fissato valore di  $a_w$ , la quantità di acqua che l'alimento adsorbe fino a portarsi in condizioni di equilibrio decresca con il progressivo aumento della temperatura.

## Isoterme di assorbimento

