

DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LOS ALIMENTOS

Es un hecho que el total del agua contenida en un alimento no está distribuida de forma homogénea, como ocurre en los tejidos de frutas, verduras y cárnicos. Esta heterogeneidad se debe a las distintas interacciones que ocurren entre el líquido y los macrocomponentes, a la formación de microcapilares y a su rechazo por parte de los lípidos. Por este motivo, dentro del alimento existen fracciones de agua que se comportan de diferente manera; por ejemplo, en general un alimento se congela a 220 °C, pero aun en estas condiciones una fracción del agua permanece líquida por concentrar solutos de bajo peso molecular y requiere de temperaturas más bajas, de 240 °C, para que solidifique por completo.

Para entender mejor este comportamiento del agua, considérese una molécula de almidón completamente seca con un gran número de hidroxilos libres capaces de retener agua por medio de puentes de hidrógeno; si se cubriera con una sola capa del disolvente, se necesitaría 0.01 g de H₂O por gramo de sólido, cantidad suficiente para formar una capa monomolecular llamada BET (en honor de Stephen Brunauer, Paul H. Emmett y Edward Teller); esta cifra es de 0.01, 0.06 y 0.03 g/g de sólido para la gelatina, la lactosa amorfa y la leche en polvo, respectivamente. Esta agua está unida a la superficie seca, su fugacidad es baja y en consecuencia su presión de vapor es reducida. Si se sigue añadiendo líquido, se construirán capas superiores sobre la monomolecular. En este esquema tan sencillo y expuesto sólo con fines didácticos, el agua de las capas más internas se consideraría como “ligada” que corresponde de 3 a 6 % del agua total, mientras que la de las más externas, como “libre”.

En realidad no existe ninguno de estos tipos de agua, ya que aun la más fuertemente ligada, que incluye a la capa monomolecular, tiene cierta movilidad puesto que ejerce una presión de vapor mensurable. De igual manera, no hay agua totalmente libre debido a que también está unida a otras moléculas de su misma especie o a otros constituyentes que la estabilizan y la retienen en el alimento; no es libre puesto que no se libera del alimento (frutas y hortalizas), cuando se somete a esfuerzos mecánicos ligeros y no fluye cuando se corta un trozo de carne fresca, incluso en tamaños minúsculos. La capacidad de retención de agua de las proteínas y los polisacáridos, principalmente, se define como la cantidad de líquido que puede quedar atrapado en una red, sin que exista exudación o sinéresis; en cada caso este parámetro varía en función del tipo de alimento.

Para efectos estrictamente didácticos y con datos generales, se ha elaborado la figura 1.8, en la que se aprecian tres zonas hipotéticas en las que se puede dividir el agua contenida en un producto. La que integra la zona III se considera “libre”, se encuentra en microcapilares y forma parte de las soluciones que disuelven las sustancias de bajo peso molecular, es la más abundante, fácil de congelar y evaporar y su eliminación reduce la actividad del agua a 0.8

En la zona II, el agua se localiza en diferentes capas más estructuradas y en microcapilares. Es más difícil de quitar que la anterior, pero al lograrlo se obtienen valores de la actividad del agua de aproximadamente 0.25. Esta fracción correspondería, junto con la monocapa, al agua “ligada”.

Por último, el agua en la zona I equivale a la capa monomolecular y es la más difícil de eliminar en los procesos comerciales de secado; en algunos casos, se puede reducir parcialmente en la deshidratación, pero esto no es recomendable ya que, además de que se requiere mucha energía y se daña el alimento, su presencia ejerce un efecto protector, sobre todo contra las reacciones de oxidación de lípidos, porque actúa como barrera del oxígeno.

Figura 1.8

Cambios que ocurren en los alimentos en función de la actividad del agua. *a)* oxidación de lípidos; *b)* reacciones hidrolíticas; *c)* oscurecimiento no enzimático; *d)* isoterma de adsorción; *e)* actividad enzimática; *f)* crecimiento de hongos; *g)* crecimiento de levaduras, y *h)* crecimiento de bacterias.

