

QUÍMICA INDUSTRIAL Y AGRÍCOLA

APLICACIONES DE VEGETALES.—FERMENTOS

CAPÍTULO PRIMERO

FERMENTACIONES E INDUSTRIAS QUE PRODUCEN

I. Generalidades.—2. Fermentación alcohólica.—3. Levadura.—4. Condiciones de la fermentación alcohólica.—5. Industrias basadas en la fermentación alcohólica.

I. GENERALIDADES. Las sustancias albuminoides ó los cuerpos proteicos en descomposición, así como ciertas plantas que por su organización ocupan la grada más baja en la escala vegetal, los hongos fermentos, pueden al contacto del agua y en ciertos límites de temperatura producir inmediatamente la descomposición ó desdoble de otra combinación orgánica, sin que en la mayor parte de los casos los elementos de una de las combinaciones abandonen ó quiten nada á la otra. Se llama fermentación ese modo de descomponerse una sustancia orgánica. Un cuerpo orgánico fermentable puede descomponerse de distintas maneras: se desdobra en dos ó varias combinaciones, como sucede con la dextrosa y la levulosa, que en la fermentación alcohólica se transforman en alcoholes homólogos y en ácidos (carbónico y succínico); ó bien se agrupan sus moléculas de distinto modo, como acontece con la transformación del azúcar de la leche en ácido láctico (en la fermentación láctica), ó en fin, el oxígeno de la atmósfera se combina con los elementos del cuerpo orgánico, dando origen á nuevas combinaciones orgánicas ó á compuestos orgánicos simples, el ácido carbónico, el hidrógeno carbonado, etc. Cuando ese último modo de descomposición se produce al contacto del aire simplemente húmedo, da nacimiento á un residuo rico en carbono (humus ó ácido úlmico), ó bien sólo quedan los elementos minerales, siendo entonces el fenómeno una especie de *combustión lenta*, á la cual se da el nombre de *eremacausia*; mas cuando se efectúa en presencia de cantidades

Esta obra es propiedad del Editor, quien se reserva todos los derechos de propiedad literaria y artística de la misma, y perseguirá al amparo de las leyes todo aquel que la reimprima ó que reproduzca sus láminas fraudulentamente.

TP 145
W.3
U.2



de agua mayores, se cambia en *putrefaccion*, que se manifiesta por un desprendimiento de gas de olor ingrato y cuyos productos últimos son combinaciones *minerales* (ácido carbónico, amoníaco, hidrógeno sulfurado y agua), en tanto que los productos de las descomposiciones puestas en el número de las fermentaciones, casi siempre están formadas enteramente de compuestos *orgánicos*. Si en la fermentación los cuerpos albuminoides no son más que los agentes provocadores de la descomposición que se estiende á las demás sustancias orgánicas presentes, las materias albuminoides son en su mayor parte las que se descomponen en la putrefaccion, y las más de las veces se encuentran en ese caso en cantidad predominante.

El cuerpo que se halla en estado de provocar la fermentación se denomina *fermento*, y lleva el nombre de *levadura* en la fermentación alcohólica. El fermento es un ser organizado, un hongo-fermento, como la levadura, ó bien una sustancia proteica en descomposición.

Conforme veremos luego, las circunstancias que favorecen la fermentación son la *humedad*, el *contacto con el aire* y una *temperatura* de 8 á 28 grados; y le son contrarios el *vacío*, la *sequedad*, el *frío* y una *temperatura demasiado elevada* que destruya el fermento. Desde remotos tiempos se comprendieron los efectos de la fermentación; pero acerca de las causas que la originan, no han podido ponerse de acuerdo los químicos.

De las numerosas especies de fermentaciones que la química orgánica moderna ha logrado descubrir, no hay sino las siguientes que merezcan tomarse en consideración bajo el punto de vista tecnológico:

1.º La *fermentación alcohólica*, en la que están basadas industrias tan importantes como la preparación del vino, de la cerveza y del alcohol;

2.º La *fermentación láctica*, que se manifiesta en la leche que se tuerce, en la forma-

ción de la choucroute (col fermentada), etc., y que á una temperatura más elevada se cambia fácilmente en

3.º La *fermentación butírica*.

A esas especies de fermentaciones se refiere.

4.º La *fermentación pútrida ó putrefacción*, en tanto que la química industrial da medios para impedir la putrefacción ó para detenerla cuando ha comenzado. En el conocimiento y empleo de esos medios se fundan las conservas de los alimentos (carne, leche, legumbres, frutos) y la conservación de las maderas.

2. FERMENTACION ALCOHÓLICA. La *fermentación alcohólica* produce el desdoble de ciertas especies de azúcares: dextrosa (glucosa, azúcar de uva), levulosa (quilariosa, azúcar incristalizable) y galactosa (lactosa), en cierto número de productos, de los cuales son los principales el alcohol y el ácido carbónico. Pónense también en el número de los azúcares fermentables el azúcar de caña y el de leche, en cuanto se hallan en estado de transformarse en azúcar invertido (mezcla de dextrosa y levulosa) y en galactosa. Bajo cierto punto de vista, el almidón y la fécula tiene conexión con esas sustancias. Según las investigaciones de *Lermer* y *v. Liebig* (1870), que confirman los resultados obtenidos antes por *Reischauer* y *Gschwändler*, la dextrina se transforma también al contacto del azúcar en alcohol y ácido carbónico, suponiendo, empero, que existe en el líquido levadura de cerveza cuyas celdillas pueden, según *A. Schwarzer*, obrar como la diastasa, ó diastasa misma (como en el mosto sin fermentar). Sin embargo, *C. Barfoed*, hizo notar (1873) que la dextrina exenta de azúcar sufre también la fermentación alcohólica bajo la influencia de la levadura, sin transformarse previamente en dextrosa. Si se prescinde de todos los productos de la fermentación que sólo se forman en pequeña cantidad, 100 partes en peso:

	ALCOHOL	ACIDO CARBÓNICO.	
de dextrosa cristalizada..	C ⁶ H ¹² O ⁶ dan 46'46	+ 44'40 =	90'86
de — anhidra..	C ⁶ H ¹² O ⁶ — 51'10	+ 48'90 =	100'00
de azúcar de caña..	C ¹² H ²² O ¹¹ — 53'80	+ 51'46 =	105'26
de fécula..	C ⁶ H ¹⁰ O ⁵ — 56'78	+ 54'32 =	111'10
1 molécula de dextrosa..	} dan {	2 moléculas de alcohol..	2C ⁶ H ¹² O ⁶ =92
C ⁶ H ¹² O ⁶ =180..		4 — de ácido carbónico..	2CO ² =88
			180

En 1859 *Pasteur* demostró que en la fermentación alcohólica no se forma ácido láctico, como se suponía antiguamente, sino que en cambio el *ácido succínico* es un producto constante de la fermentación; la cantidad de ese último ácido se eleva á lo menos á 0'6 ó 0'7 por ciento del peso del azúcar. Formase además *glicerina* (cuya proporción es igual á más del 3 por ciento del peso del azúcar), que se encuentra en todos los líquidos fermentados y especialmente en el vino. Los 5 ó 6 por ciento del peso del azúcar que no dan alcohol, se descomponen en la fermentación alcohólica en:

Acido succínico..	0'6 á 0'7
Glicerina..	3'2 » 3'6
Acido carbónico..	0'6 » 0'7
Celulosa, sustancia grasa, etc..	1'2 » 1'5
	5'6 á 6'5

3. LEVADURA. El fermento de la fermentación alcohólica, la *levadura*, cuya condición vegetal reconoció por vez primera *Cagniard-Latour*, fué perfectamente determinado más adelante por *E. Mitscherlich*, *A. de Bary*, *J. Wiesner*, *Hoffmann*, *Bail*, *J. von Liebig*, *Traube*, *Pasteur*, *A. Mayer*, *Lermer*, *A. Fitz* y *O. Brefeld*. Durante la fermentación se separa en forma de una masa fina uniformemente blanco-sucia lo mismo en la superficie del líquido en fermentación que en el fondo del vaso en que ésta se efectúa. En el primer caso lleva el nombre de *levadura superficial*: se forma, por ejemplo, en la fermentación de las cervezas flojas que se fabrican en gran número de comarcas de la Alemania del Norte, en Inglaterra y en Estrasburgo; el fermento empleado en la fabri-

cación del pan es también levadura superficial, constituyendo además un elemento de la pasta agria, en cuyo caso está mezclada con fermento láctico. La levadura superficial tiene una importancia secundaria para las industrias basadas en la fermentación. La *levadura de depósito* es el fermento de la fermentación del vino y de la fermentación del mosto de la cerveza, según el procedimiento bávaro y de Schwechat. En la fabricación del aguardiente, por regla general, la levadura es una mezcla de levadura superficial y de depósito.

La levadura fresca, que se compone de innumerable cantidad de celdillas ó células vegetales, se presenta en forma de una masa pardo-amarilla ó rojiza sucia, de un olor ingrato y de reacción ácida. Fácilmente pueden distinguirse con el microscopio ambas especies de levadura. La *levadura superficial* (de la cerveza de trigo, preparada por fermentación superficial) se compone de celdillas esferoidales ó elipsoidales, de igual tamaño poco más ó menos, y cuyos diámetros no tienen más que 0^{mm}'0095—0^{mm}'0120 y 0^{mm}'0083—0^{mm}'0071 (*O. Brefeld*); flotan en el líquido aisladamente, ó bien reunidas con otras de igual tamaño ó con celdillas secundarias más pequeñas, que están pegadas á las más grandes, de suerte que no se observa entre ellas ninguna línea separatoria. La levadura superficial se presenta en forma de una celdilla provista de una pared tan transparente, que puede observarse con toda claridad otra celdilla sub-adyacente; en medio hay un núcleo oscuro (granos de protoplasma), que se compone de una ó varias partes.