

DEPARTAMENTO DE BIOQUIMICA
CATEDRA DE FIOIOLOGIA ANIMAL
PROF DR. GREGORIO VARELA MOSQUERA

MEDIDA POR FLUORESCENCIA DE LA PENETRACION DE LOS
ACEITES EN LOS ALIMENTOS FRITOS (*)

por

M. MONTEOLIVA, J. D. PEREZ SOLER, C. IBÁÑEZ Y G VARELA

Ars Pharm. IX, 1-2 (1968)

INTRODUCCION

En trabajos anteriores (Monteoliva y col., 1963 (1) Sánchez Rasero y Monteoliva 1965 (2)), se han estudiado las diferencias existentes entre los diversos aceites y grasas comestibles utilizadas en la fritura en consideración a la cantidad de grasa que penetra en el alimento durante la fritura. Esta penetración puede medirse no solamente por la cantidad de aceite que ingresa en cien gramos de alimento sino por el espacio que la grasa ocupa dentro del alimento frito.

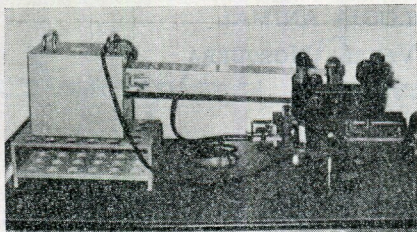
La fluorescencia de los aceites ha sido estudiada por varios autores en orden a identificar los componentes responsables de esta (Gracian y Martel, 1962 (3) Jung y Morand, 1964 (4)) o para diferenciar unos aceites de otros (Gori y col., 1963 (5), Memirowsky 1958 (6)). El presente trabajo sólo está destinado a evaluar la posible aplicación de la fluorescencia característica de los aceites comestibles para determinar las diferencias de penetración de los aceites en un alimento dado.

MATERIAL Y METODOS

El alimento tilizado ha sido la patata por ser el más homogéneo y que mejor se presta a ensayos comparativos.

El procedimiento de fritura así como los dispositivos empleados son los mismos que se describieron en un trabajo anterior (Monteoliva y col., 1963). Las patatas se frieron en rodajas de 15 mm. de espesor a 180°C y durante tiempo variable. Terminada la fritura la patata se extrae de la freidora, se escurre sobre papel de filtro y se corta con una cuchilla de microtomo en sentido perpendicular a la superficie de las rodajas, con un espesor de corte de 3 mm. En estas condiciones están dispuestas para la medida microscópica.

(*) Trabajo subvencionado por el Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos.
(Investigador principal: Prof. Dr. G. Varela).

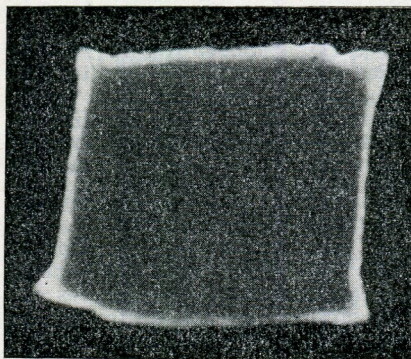


(R-1-68)

FIGURA 1

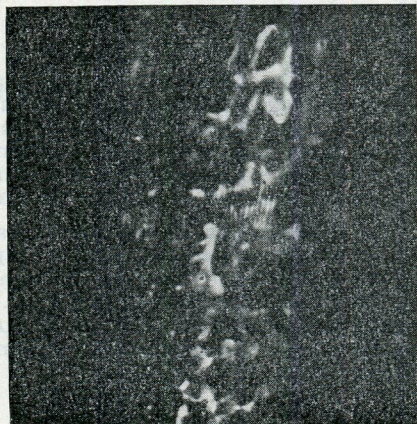
Estas medidas se han realizado con un microscopio de comparación (Carl Zeiss, Jena núm. 709) (véase figura 1) iluminado por reflexión con una fuente de luz ultravioleta (Chromatolite, Hanovia, longitud de onda de 260 m. micras). La visión macroscópica del corte de patata frita bajo la luz ultravioleta es la de la figura 2 y la microscópica (aumento = 30) la de la figura núm. 3.

Para la medida, un corte de patata de 3 mm de espesor se coloca sobre una lámina de plástico negro que actúa como portaobjetos y se coloca en el microscopio iluminado por reflexión con lámpara de ultravioleta. Estas operaciones se hacen en una habitación oscura o con muy poca luz. Se hace coincidir el borde del corte de la patata (que es a su vez borde fluorescente) con una de las divisiones del micrómetro ocular (5 mm) del tubo microscópico de la izquierda (véase figura) y pasando al tubo microscópico de la derecha se lee la división correspondiente a la escala móvil (véase diagrama de la figura 4). Volviendo a mirar por el tubo de la izquierda se sitúa ahora el otro borde fluorescente del corte en la misma división anterior del micrómetro ocular.



(R-2-68)

FIGURA 2



(R-3-68)

FIGURA 3

Esto se hace moviendo el tornillo existente a la derecha de la platina. Volviendo a mirar por el tubo de la derecha se anota la división alcanzada y la diferencia entre ambas notaciones nos da la anchura en milímetros de la banda fluorescente. Como esta banda es muy irregular en su ampliación se realizan diez medidas en la misma banda con desplazamientos de aproximadamente un milímetro entre cada medida. Estas diez medidas se realizan en diez zonas diferentes del corte con lo que se tiene un total de cien medidas. Se anota la media de todas.

Con objeto de confirmar que el fenómeno es repetitivo se hacen cien medidas en cinco cortes diferentes de patatas fritas en idénticas condiciones.

RESULTADOS

TABLA 1.—FRITURA DE PATATAS EN RODAJAS DE 15 mm A 180° A TIEMPOS DIFERENTES Y EN VASIJA DE VIDRIO

TIEMPOS MINUTOS	EXPERIENCIAS					MEDIA \pm	
	1	2	3	4	5		
aceite de soja refinado							
5	0,88	0,77	0,89	0,85	0,88	0,85	0,022
10	1,58	1,63	1,52	1,53	1,53	1,56	0,021
15	1,79	1,76	1,83	1,72	1,74	1,77	0,019
20	1,88	1,87	1,84	1,87	1,88	1,87	0,007
25	2,05	2,00	2,00	2,00	2,01	2,01	0,009
aceite de oliva virgen							
5	0,54	0,54	0,52	0,52	0,55	0,53	0,019
10	0,82	0,89	0,89	0,88	0,88	0,87	0,013
15	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	0,002
20	1,18	1,13	1,16	1,17	1,17	1,16	0,008
25	1,23	1,22	1,24	1,25	1,25	1,24	0,006
aceite de soja winterizado							
5	0,77	0,83	0,82	0,86	0,84	0,82	0,015
10	1,43	1,46	1,45	1,46	1,43	1,45	0,024
15	1,72	1,75	1,78	1,77	1,77	1,75	0,061
20	1,99	1,96	2,01	1,99	2,01	1,99	0,009
25	1,99	2,01	1,99	2,02	1,99	2,00	0,006
aceite de cacahuete							
5	1,02	0,92	0,89	0,92	0,94	0,94	0,022
10	1,49	1,55	1,57	1,60	1,54	1,55	0,006
15	1,75	1,78	1,74	1,76	1,78	1,76	0,008
20	2,03	2,03	1,99	2,03	2,01	2,02	0,008
25	2,09	2,05	2,02	2,01	2,02	2,04	0,014
aceite de algodón:							
5	0,56	0,58	0,58	0,59	0,60	0,58	0,007
10	0,91	0,91	0,92	0,89	0,94	0,91	0,008
15	1,08	1,10	1,09	1,11	1,11	1,10	0,006
20	1,16	1,16	1,18	1,19	1,18	1,17	0,006
25	1,26	1,27	1,30	1,28	1,24	1,27	0,010

TABLA 2.—CUADRO COMPARATIVO DE LA PENETRACION “TERRITORIAL” Y “PONDERAL”

Tiempos	Soja		Oliva		Soja Winter		Cacahuete		Algodón	
	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P
4 min.	1,46	..	1,35	..	1,33	..	0,91	..	1,31
5	0,85		0,53		0,82	..	0,94		0,58
8		1,88		1,57		1,42		1,46	..	1,71
10	1,56		0,87	1,45	..	1,55		0,91	
12		1,63		1,47		1,71	1,92		2,35
15	1,77		1,01		1,75		1,76		1,10
16		1,77		1,68		2,13	..	1,77		2,47
20	1,87	2,17	1,16	1,94	1,99	2,34	2,02	2,21	1,17	2,09
24		2,08		1,89		1,92		3,07		1,58
25	2,01		1,24		2,00		2,04		1,27	
28		1,89		2,28		2,08		2,43		2,50

T = milímetros de anchura de la banda fluorescente (fritura rodajas 15 mm a 180°).

P = gramos de aceite que ha penetrado por 100 cm² de superficie de patata expuesta (S. Rasero y Monteoliva 1965 (2)) (fritura rodajas 8 mm a 180°).

TABLA 3.—CONCENTRACION DEL ACEITE EN LA ZONA FRITA DEL ALIMENTO

Minutos	Soja R			Soja W			Oliva			Cacahuete			Algodón		
	T	P	P/T	T	P	P/T	T	P	P/T	T	P	P/T	T	P	P/T
5	0,85	1,1	1,29	0,82	1,0	1,21	0,53	1,0	1,88	0,94	1,1	1,17	0,58	0,9	1,55
10	1,55	1,7	1,09	1,45	1,6	1,10	0,87	1,5	1,72	1,55	1,7	1,09	0,91	1,5	1,64
15	1,77	2,0	1,13	1,75	2,0	1,14	1,01	1,8	1,78	1,76	2,1	1,19	1,10	1,9	1,73
20	1,87	2,1	1,12	1,99	2,3	1,15	1,16	2,0	1,72	2,02	2,2	1,09	1,17	2,3	1,96
25	2,01	2,3	1,14	2,00	2,4	1,20	1,24	2,2	1,77	2,04	2,4	1,17	1,27	2,6	2,05
Media		1,15			1,16			1,77			1,14				1,78

T = penetración territorial en milímetros.

P = penetración ponderal (corregida) en gramos de grasa por 100 cm² de superficie.

P/T = gramos de grasa en un volumen penetrado de 10 cm³ (100 cm² × 0,1 cm).

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

El concepto de penetración que ha sido estudiado en anteriores trabajos, puede y a la luz de este nuevo método de medida, subdividirse en dos tipos. La que podemos llamar “penetración territorial” definida por el espacio que dentro del alimento frito ocupa el aceite o grasa de fritura y la “penetración ponderal” definida por la cantidad de aceite existente en un peso dado de alimento frito. El primer tipo de penetración es el que se mide por la extensión de la fluores-

cencia en un corte de alimento frito y el segundo es el que se mide por determinación del contenido graso mediante cualquier método de extracción.

Entre los valores obtenidos con uno y otro método existe una relación que podíamos definir como "concentración del aceite" en la zona ocupada por éste en el alimento.

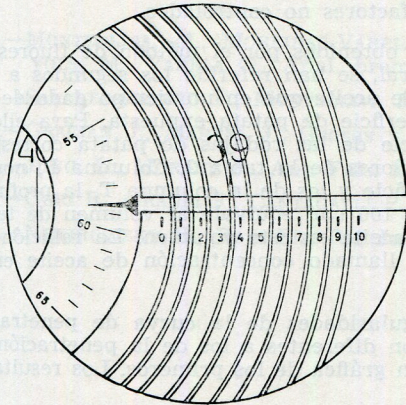
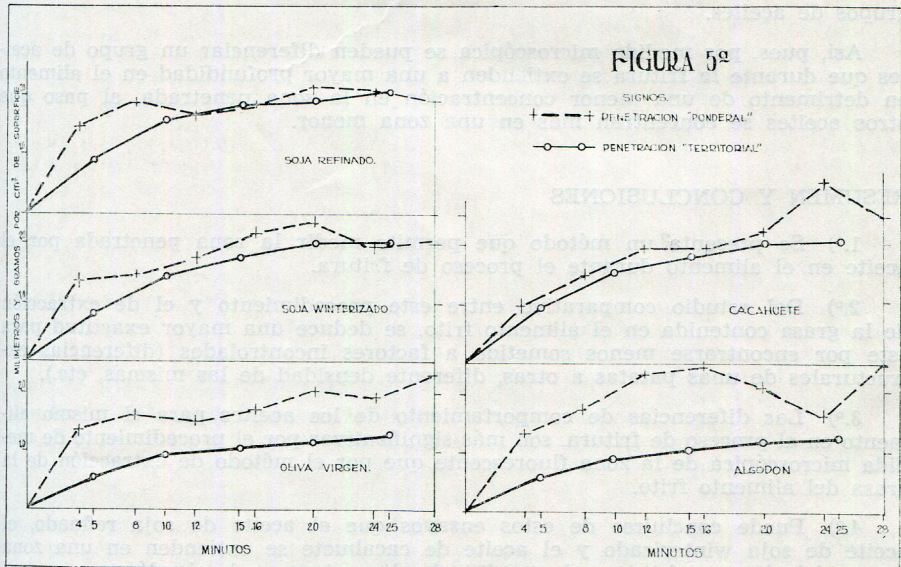


FIGURA 4

(R-4-68)

En la tabla 1 y en la gráfica 5 se exponen los resultados obtenidos aplicando la metódica descrita a la fritura de patata con cinco aceites diferentes. Como puede observarse, los valores medios de cinco experiencias presentan un error que no supera el 3 por 100 lo que indica una buena reproducibilidad experimental, teniendo en cuenta además que la media correspondiente a las 100 medidas realizadas en el mismo corte de patata frita tiene un error inferior al 1 por 100. Esta exactitud en las medidas viene reflejada en las gráficas de la figura y en la que el proceso de fritura en función del tiempo está perfectamente definido por la función parabólica en la que se encaja exactamente los puntos correspondientes a las medidas de fluorescencia. Estos resultados contrastan bastante con los obtenidos por medida ponderal reflejados en las tablas 2 y en las gráficas de la figura 5.

FIGURA 5^a

(R-5-68)

FIGURA 5

No se pueden achacar las oscilaciones en la curva correspondiente a la determinación ponderal a que el método de extracción por Soxhlet sea defectuoso, pues tiene suficiente exactitud analítica para que sus resultados sean reproducibles. Hay que admitir entonces que durante el proceso de fritura la progresión del aceite en el interior del alimento es sistemática en función del tiempo y de acuerdo con la curva de progresión según el aceite, mientras que la concentración del aceite en las zonas ocupadas no es función exacta del tiempo de fritura debiéndose las oscilaciones encontradas a factores no controlados.

Para poder comparar los resultados obtenidos por el método de fluorescencia con los obtenidos por medida ponderal, se han referido los segundos a unidad de superficie. Es decir los gramos de aceite que en un tiempo dado de fritura han penetrado por 100 cm^2 de superficie de patata expuesta. Para ello se ha calculado por planimetría la superficie de las rodajas de patata correspondientes a 100 gramos de esta. Así los valores de la tabla 2. Columna P nos da la grasa penetrada por 100 cm^2 de superficie y los de la columna T la profundidad de esta penetración. El valor T por 100 cm^2 equivale al volumen de tejido penetrado y el valor P al contenido de aceite en este volumen. La relación entre ambos corresponde a lo que hemos llamado concentración de aceite en la zona penetrada.

Para este cálculo y dadas las irregularidades de la curva de penetración ponderal y que los tiempos de fritura son diferentes a los de la penetración territorial se ha realizado una interpolación gráfica de los primeros. Los resultados se expresan en la tabla 3.

Estos resultados señalan que para el mismo alimento los aceites se comportan de diferente manera. Frente a la penetración territorial y para el mismo tiempo hay un grupo de aceites que alcanzan una penetración de aproximadamente 2 mm. a los 25 minutos (soja refinado, soja winterizado, cacahuete) y otro que en el mismo tiempo se queda a 1,2 mm (oliva virgen y algodón). Puesto que las diferencias en la penetración ponderal entre los distintos aceites es menos acusada el cálculo de la "concentración" permite diferenciar en los mismos dos grupos de aceites.

Así, pues, por medida microscópica se pueden diferenciar un grupo de aceites que durante la fritura se extienden a una mayor profundidad en el alimento en detrimento de una menor concentración en la zona penetrada, al paso que otros aceites se concentran más en una zona menor.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

1.º) Se presenta un método que permite medir la zona penetrada por el aceite en el alimento durante el proceso de fritura.

2.º) Del estudio comparativo entre este procedimiento y el de extracción de la grasa contenida en el alimento frito, se deduce una mayor exactitud para éste por encontrarse menos sometido a factores incontrolados (diferencias estructurales de unas patatas a otras, diferente densidad de las mismas, etc.).

3.º) Las diferencias de comportamiento de los aceites para el mismo alimento en el proceso de fritura, son más significativas por el procedimiento de medida microscópica de la zona fluorescente que por el método de extracción de la grasa del alimento frito.

4.º) Puede concluirse de estos ensayos que el aceite de soja refinado, el aceite de soja winterizado y el aceite de cacahuete se extienden en una zona mayor del alimento frito que los aceites de oliva virgen y de algodón que se concentran en una zona menor

5.º) Otras ventajas del método descrito frente al de extracción son: mayor sencillez y menor tiempo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.—MONTEOLIVA, M., MOREIRAS-VARELA O., SANCHEZ-RASERO, F., THOMAS J., TRUYOLS, M., VARELA G., Anal. bromatol., 15, 255-340 (1963).
- 2.—SANCHEZ-RASERO F., MONTEOLIVA M., Anal. bromatol., 17 421-458 (1965).
- 3.—GRACIAN J., MARTEL J., Grasas y aceites, 13 128-33 (1962).
- 4.—JUNG, L., MORAND P., Ann Fals. Expert. Chim., 57 17-25 (1964).
- 5.—GORI R., GRANDI F., CANTAGALLI P., Boll. Lab. Chim. Provinc., 14; 455-9 (1963).
- 6.—NEMIRCWSKY B., Rev. Fis. Río Janeiro., 10 5-14 (1958)

Granada, Noviembre 1967