

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA
UNITAT DE TECNOLOGIA DELS ALIMENTS

**APLICACION DE LA ALTA PRESION
HIDROSTATICA EN *MATÓ*
(QUESO FRESCO DE LECHE DE CABRA)**

MEMORIA PRESENTADA PARA OPTAR
AL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIA Y
TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS

MARTA CAPELLAS PUIG

Bellaterra, 1998

Tabla IV.2.19 Parámetros e índices de color del interior de los quesos. Las medias que difieren significativamente de los quesos control están subrayadas ($p < 0.05$). Medias en negrita y desviaciones estándar en trazo sencillo.

	L			a			b			L	Hue			Chroma	ΔE
	L	a	b	L	a	b	L	a	b		Hue	Chroma	ΔE		
	P2														
Control	90,44	-1,12	6,98	38,48	-0,94	7,71	89,586	-0,48	6,90	38,12	0,08	3,30			
	0,124	0,059	0,108	0,245	4,021	0,320	0,228	0,026	0,085	0,325	2,288	0,172			
5 min	89,76	-1,13	7,08	36,96	0,69	7,99	89,337	-0,45	7,10	36,42	0,78	3,21	0,59		
	0,211	0,094	0,136	0,972	1,84	0,553	0,619	0,015	0,062	1,096	2,179	0,103	0,317		
15 min	89,75	-1,155	6,76	38,95	1,77	7,80	89,64	-0,54	7,16	36,51	-1,48	3,90	0,30		
	0,335	0,073	0,232	1,100	3,149	0,237	0,107	0,020	0,043	0,32	0,928	0,125	0,037		
30 min	89,77	-0,90	7,24	35,98	-0,13	6,49	89,54	-0,45	7,25	35,83	-2,27	3,30	0,42		
	0,492	0,100	0,121	1,152	1,313	0,637	0,263	0,037	0,090	0,593	3,631	0,260	0,117		
	P4														
Control	89,94	-0,53	6,74	39,86	0,92	3,594	90,41	-0,95	7,07	37,71	-0,47	6,75			
	0,087	0,033	0,031	0,232	3,260	0,221	0,169	0,030	0,063	0,557	0,249	0,262			
5 min	89,578	-0,49	6,79	38,99	-0,92	3,16	90,37	-0,91	7,13	37,34	-0,01	6,49	0,16		
	0,334	0,034	0,068	0,359	2,393	0,232	0,109	0,041	0,109	0,743	0,416	0,300	0,031		
15 min	89,33	-0,43	6,90	37,99	-0,04	2,99	90,35	-0,93	7,15	37,20	-0,19	6,65	0,16		
	0,406	0,034	0,113	1,025	1,348	0,264	0,150	0,045	0,064	0,349	0,446	0,306	0,094		
30 min	89,76	-0,39	6,88	38,62	0,41	2,68	90,75	-0,86	7,05	38,32	0,45	6,30	0,36		
	0,128	0,021	0,054	0,249	3,377	0,140	0,143	0,032	0,046	0,398	0,375	0,201	0,130		
	P6														
Control	90,12	-0,97	7,08	37,39	-0,67	6,88	91,10	-0,97	6,55	41,88	-1,94	6,31			
	0,154	0,008	0,087	0,662	0,150	0,102	0,166	0,029	0,055	0,384	0,886	0,205			
5 min	90,25	-0,96	7,38	35,22	-0,14	7,06	90,71	-0,97	6,67	40,62	-1,16	6,48	0,41		
	0,124	0,010	0,080	0,488	0,092	0,129	0,123	0,045	0,049	0,389	0,217	0,293	0,121		
15 min	90,33	-0,92	7,33	36,11	0,06	6,78	91,01	-0,91	6,22	40,64	-0,52	6,11	0,22		
	0,186	0,019	0,139	1,037	0,294	0,238	0,096	0,033	0,042	0,242	0,393	0,192	0,050		
30 min	90,17	-0,87	7,47	35,07	0,84	6,53	91,11	-0,89	6,86	39,88	0,07	6,04	0,92		
	0,093	0,014	0,037	0,264	0,242	0,112	0,059	0,024	0,037	0,240	0,698	0,270	1,580		

Tabla IV.2.20 Parámetros e índices de color de la superficie de los quesos. Las medias que difieren significativamente de los quesos control están subrayadas ($p < 0.05$) Medias en negrita y desviaciones estándar en trazo sencillo

	L			a			b			H ₁			H ₂			Hue			Chroma			ADE			
	L	a	b	H ₁	H ₂	Hue	Chroma	ADE	L	a	b	H ₁	H ₂	Hue	Chroma	ADE	L	a	b	H ₁	H ₂	Hue	Chroma	ADE	
	P1																								
Control	89,08	-0,77	8,04	30,39	-0,61	8,07			89,35	-0,86	7,65	33,30	1,78	7,70											
	0,439	0,050	0,329	2,542	0,413	0,332			0,116	0,008	0,012	0,060	0,403	0,011											
5 min	-	-	-	-	-	-			88,38	-0,58	8,32	28,08	0,30	8,34	1,22										
	-	-	-	-	-	-			0,270	0,005	0,163	1,182	0,360	0,162	0,270										
15 min	-	-	-	-	-	-			88,31	-0,56	8,05	29,58	0,96	8,07	1,17										
	-	-	-	-	-	-			0,449	0,034	0,122	1,009	1,810	0,122	0,404										
30 min	87,64	-0,87	8,77	24,23	-1,52	8,82	1,33		87,76	-0,65	8,67	25,27	-0,13	8,69	1,91										
	0,858	0,017	0,322	1,663	0,665	0,322	0,158		0,337	0,022	0,289	1,888	0,171	0,287	0,360										
	P3																								
Control	88,96	-0,68	7,48	34,09	-0,05	7,51			88,88	-1,14	7,62	32,40	-2,54	7,70											
	0,518	0,015	0,028	0,551	0,297	0,026			0,237	0,022	0,080	0,586	0,620	0,082											
5 min	88,31	-0,84	8,08	29,63	0,79	8,12	0,69		89,18	-1,01	7,68	32,46	-0,29	7,75	0,68										
	1,572	0,044	0,175	1,530	11,007	0,175	0,180		0,719	0,039	0,288	2,659	0,641	0,282	0,375										
15 min	88,47	-0,72	8,08	29,93	0,37	8,11	0,73		88,99	-0,93	8,15	29,43	1,32	8,20	0,61										
	0,603	0,049	0,260	2,138	0,522	0,263	0,192		0,220	0,022	0,104	0,566	0,303	0,105	0,131										
30 min	88,75	-0,68	8,14	29,94	1,65	8,17	0,72		89,58	-0,91	8,12	30,33	-0,72	8,18	0,90										
	0,236	0,011	0,025	0,360	0,841	0,025	0,072		0,065	0,038	0,193	1,156	5,513	0,187	0,141										
	P5																								
Control	89,31	-1,01	7,67	32,79	-0,27	7,73			89,96	-0,98	7,17	36,68	-0,64	7,24											
	0,373	0,017	0,154	1,175	0,074	0,154			0,676	0,019	0,163	0,871	0,292	0,161											
5 min	89,27	-0,99	8,07	30,18	0,41	8,14	0,06		89,19	-1,19	8,13	29,89	-1,64	8,22	1,26										
	0,286	0,033	0,242	1,634	0,541	0,237	0,169		0,191	0,024	0,149	0,645	0,097	0,151	0,033										
15 min	88,77	-0,93	8,36	27,94	2,19	8,41	1,01		90,21	-1,03	7,55	34,63	-0,92	7,63	0,48										
	0,671	0,021	0,169	1,700	0,808	0,169	0,445		0,187	0,082	0,099	0,469	1,230	0,090	0,163										
30 min	89,18	-0,86	8,27	29,03	4,81	8,32	0,65		89,05	-0,93	7,20	35,14	-0,41	7,31	0,35										
	0,180	0,026	0,094	0,820	18,028	0,096	0,113		1,361	0,102	0,198	1,587	0,842	0,190	0,262										

2.6 Análisis sensorial.

El *Alfaro* es un queso enteramente comestible. Durante la manipulación de las muestras a lo largo del trabajo se observó la aparición de una zona endurecida en la superficie de los quesos presurizados, cuyas características principales eran una mayor dureza y brillo, pero que seguía siendo comestible. Los análisis discriminatorios del interior de los quesos se realizaron en muestras idénticas a las del análisis instrumental, para valorar si los catadores detectaban diferencias entre quesos control y presurizados y si éstas podían relacionarse con los resultados del análisis instrumental. Los análisis de la superficie de los quesos intentaron valorar la apreciación del endurecimiento por parte de los catadores.

Interior de los quesos. Los resultados de las pruebas triangulares realizadas con muestras del interior de los quesos se detallan en la Tabla IV 2.21. Se detectaron diferencias entre los quesos control y todos los presurizados a 10°C. Es necesario destacar que el hecho que los catadores detectasen diferencias no está relacionado con una mayor tendencia al desuerado, puesto que son los quesos presurizados a 25°C en tratamiento continuo los que presentaron esta tendencia más acentuada. En las experiencias realizadas a 25°C sólo se detectaron diferencias en los quesos presurizados durante 15 min, ya fuera en tratamiento continuo o mediante ciclos. En este caso, tampoco podemos relacionar las diferencias detectadas con un mayor desuerado cuando los quesos habían sido tratados durante 15 min. Los comentarios recogidos de los catadores durante las pruebas indicaron que las únicas diferencias que permitían distinguir los quesos eran las debidas a la textura, y que no existían diferencias en el sabor. Comparando con los datos del análisis instrumental de la textura, no se detectaron más diferencias entre los quesos tratados durante 15 min y el control que entre los quesos tratados durante 5 ó 30 min y el control

Tabla IV.2.21 Resultados de las pruebas triangulares realizadas en muestras del interior del *Mató* elaborado en las producciones P1 a P6.

	Tratamiento	Aciertos	Significación ^a
P1	500 MPa/10°C		
	control vs. 5 min	17/19	***
	control vs. 15 min	16/20	***
	control vs. 30 min	17/20	***
P2	500 MPa/10°C		
	control vs. 5 min	10/18	*
	control vs. 15 min	14/18	***
	control vs. 30 min	11/18	*
P3	500 MPa/25°C		
	control vs. 5 min	8/14	n.s.
	control vs. 15 min	10/14	**
	control vs. 30 min	8/14	n.s.
P4	500 MPa/25°C		
	control vs. 5 min	3/12	n.s.
	control vs. 15 min	8/12	*
	control vs. 30 min	5/12	n.s.
P5	500 MPa/25°C ciclos		
	control vs. 5 min	6/10	n.s.
	control vs. 5x3 min	9/10	***
	control vs. 5x6 min	6/10	n.s.
P6	500 MPa/25°C ciclos		
	control vs. 5 min	5/11	n.s.
	control vs. 5x3 min	9/11	***
	control vs. 5x6 min	5/11	n.s.

^a Según Roessler y col., 1978 se aprecian las diferencias: *: p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001; n.s.: no significativo.

Superficie de los quesos. Las muestras procedentes de los tratamientos que en el test triangular habían presentado diferencias respecto al queso control no se utilizaron en estos análisis. Tampoco se utilizaron las muestras procedentes de los tratamientos por ciclos, puesto que aunque estos tratamientos aumentan la reducción logarítmica, suponen un inconveniente desde el punto de vista de consumo energético y de desgaste del equipo de alta presión, por lo que no se consideraron de interés para su aplicación industrial. Por lo tanto, los análisis en la superficie de los quesos, cuyos resultados se presentan en las Tablas IV.2.22 y IV.2.23 se realizaron con muestras de los tratamientos 500 MPa/25°C/5 min y 500 MPa/25°C/30 min.

Tabla IV.2.22 Evaluación del brillo de la superficie de los quesos mediante escala estructurada (1=mate; 5=brillante).

500 MPa/25°C	control vs. 5 min		control vs. 30 min		5 min vs. 30 min	
Media (n=14)	3,14	4,07*	2,93	4,21*	4,0*	4,0*
Desviación estándar	1,03	0,83	0,73	0,58	0,78	0,88

* difieren significativamente del control ($p<0,05$); * no existen diferencias significativas entre ellos.

Tabla IV.2.23 Evaluación de la resistencia al morder la superficie de los quesos mediante escala estructurada (1=-; 5=+).

500 MPa/25°C	control vs. 5 min		control vs. 30 min		5 min vs. 30 min	
Media (n=14)	2,36	3,79*	2,79	3,93*	3,86*	3,29*
Desviación estándar	0,63	0,80	0,97	0,83	0,86	0,99

* difieren significativamente del control ($p<0,05$); * no existen diferencias significativas entre ellos

Los catadores apreciaron que los quesos presurizados presentaban una superficie más brillante que los controles. El análisis instrumental de color realizado no podía medir el brillo de las muestras, por lo que no podemos establecer ninguna relación directa con él. Por otro lado, las diferencias detectadas en el análisis instrumental respecto a *b*, *Wi* y *Chroma*, no se reflejaron en la percepción sensorial, puesto que los descriptivos propuestos por los catadores no se refirieron al grado de blancura o de tendencia al amarillo de los quesos, sino a su mayor o menor brillo.

Como ya se ha mencionado, durante la manipulación de las muestras se apreció que los quesos presurizados presentaban una superficie más dura, cuyo grosor era inferior a 2 mm, mientras que los quesos controles eran homogéneos. Los catadores detectaron la existencia de esta corteza, que se tradujo en la apreciación de una mayor resistencia al morder las muestras que incluían la superficie. El siguiente paso fue investigar si la presencia de corteza conducía al rechazo de los quesos. Como se deduce de la Tabla IV.2.24, que muestra los resultados del test de ordenación por preferencia, no existió preferencia sobre ninguna de las muestras evaluadas ya que para un análisis con 14 observaciones el margen de no significación ($p<0,01$) se encuentra entre 17 y 25, según las tablas elaboradas por Kramer y col. (1974).

Tabla IV.2.24 Test de ordenación por preferencia de muestras que incluyen la superficie de los quesos (1: primer lugar; 2: segundo).

500 MPa/25°C	control vs. 5 min		control vs. 30 min		5 min vs. 30 min	
1	1	2	1	2	1	2
2	1	2	1	2	2	1
3	2	1	2	1	2	1
4	1	2	1	2	1	2
5	1	2	2	1	2	1
6	2	1	1	2	2	1
7	1	2	2	1	2	1
8	1	2	1	2	2	1
9	2	1	2	1	1	2
10	1	2	1	2	2	1
11	1	2	1	2	1	2
12	2	1	2	1	2	1
13	1	2	2	1	1	2
14	1	2	2	1	2	1
Suma	18	24	21	21	23	19

Al detectarse cambios tan marcados en la superficie de los quesos se realizó una producción para investigar si los cambios detectados en los quesos presurizados tenían relación con la presencia del envase. Para ello se presurizaron quesos envasados al vacío, como en el resto del trabajo, y además quesos envasados con suero procedente del escurrido de la cuajada. De la superficie de estos quesos se evaluó el brillo, la resistencia al morder y la preferencia por parte de los catadores. Los resultados se presentan en las tablas IV.2.25 y IV.2.26.

Tabla IV.2.25 Evaluación del brillo y la resistencia al morder de la superficie de quesos presurizados con y sin suero mediante escala estructurada: (1=mate; 5=brillante) y (1⁻; 5⁺), respectivamente. Las muestras de una columna con el mismo superíndice presentan diferencias significativas (p<0,05).

		Brillo		Resistencia	
		Media	d.e.	Media	d.e.
Control vs. 5 min	c	2,6 ^a	0,89	2,6 ^a	0,98
	p	4 ^b	0,43	4 ^b	0,60
	ps	4,08 ^b	0,67	3,9 ^b	0,67
Control vs. 30 min	c	2,9 ^a	0,74	2,5 ^a	0,71
	p	3,9 ^b	0,74	3,9 ^b	0,63
	ps	4 ^b	0,47	3,5 ^b	0,85

c= control; p=presurizado al vacío; ps=presurizado con suero.

El brillo y la resistencia de los quesos presurizados con suero fueron superiores a los de los controles y no se detectaron diferencias entre los dos métodos de presurización. Por lo tanto, materiales tan diferentes como el plástico o el suero en contacto con la superficie del queso no provocaron diferencias en el endurecimiento. Constatado este hecho se quiso conocer si los catadores mostraban preferencias entre quesos presurizados al vacío, con suero o controles y una vez más no las hubo, como indican los resultados de la Tabla IV.2.26, pues los valores obtenidos se hallan entre los valores de los intervalos de no-significación propuestos por Kramer y col. (1974) (entre 18 y 30 para análisis con 12 observaciones y entre 14 y 26 para 10 observaciones).

Tabla IV.2.26 Test de ordenación según preferencia en muestras que incluyen la superficie de los quesos (1: primer lugar; 2: segundo; 3: tercero).

500 MPa/25°C	Control vs. 5 min			Control vs. 30 min		
	<i>c</i>	<i>p</i>	<i>ps</i>	<i>c</i>	<i>p</i>	<i>ps</i>
1	3	1	2	1	3	2
2	3	1	2	1	2	3
3	2	3	1	1	2	3
4	1	3	2	3	2	1
5	1	2	3	1	2	3
6	2	3	1	1	3	2
7	3	2	1	3	1	2
8	1	3	2	1	3	2
9	1	3	2	3	1	2
10	3	2	1	1	3	2
11	1	3	2			
12	3	1	2			
Suma	24	27	21	16	22	22

c= control; *p*= presurizado al vacío; *ps*=presurizado con suero.

2.7. Efecto sobre la microestructura.

2.7.1 Microscopía laser confocal (MLC).

Los resultados de las observaciones realizadas por MLC se muestran en las Figuras IV.2.3-IV.2.10. La aplicación de esta técnica de análisis nos permitió apreciar cómo influye la presión en la estructura proteica y en la distribución de la grasa. Puesto que se llevó a cabo en quesos prensados con distinta intensidad, además nos permitió conocer la influencia que el modo de elaboración del queso tiene sobre dichas estructuras. Los primeros análisis se realizaron en producciones en las que el queso fue prensado aplicando el peso de otro queso. Para distinguirlos de los quesos prensados

con prensa neumática, se denomina a los primeros no prensados (Figuras IV.2.3 a IV.2.7).

La Figura IV.2.3 procede de muestras teñidas con naranja de acridina, en las que sólo se observa la red proteica. En los controles pudieron apreciarse dos tipos de agujeros: agujeros mecánicos, grandes e irregulares, presumiblemente ocupados por suero o aire; y otros agujeros más pequeños, propios de la porosidad del medio. En los quesos control, los agujeros mecánicos fueron más grandes que en los presurizados y la matriz proteica apareció condensada a su alrededor. En los quesos presurizados la mayoría de agujeros mecánicos desaparecieron y los restantes fueron de menor tamaño y presentaron una forma más regular y, por otra parte, se observó una distribución más uniforme de la red proteica. A partir de estas imágenes se puede concluir que la alta presión homogeniza la estructura de la matriz proteica.

En la Figura IV.2.4, que corresponde a muestras teñidas con azul del nilo, se puede observar conjuntamente la fase grasa y la proteica. En las muestras presurizadas los glóbulos grasos se agregaron y tendieron a situarse en los agujeros mecánicos.

La Figura IV.2.5 corresponde a muestras tratadas a 50° C. Los quesos sometidos a cualquiera de estos tratamientos presentaron un desuerado muy elevado y una textura que los hizo no aptos para el consumo. Los tratamientos a 5 y 10 min fueron los que presentaron diferencias más notables respecto a los quesos control. En cambio, las muestras tratadas durante más tiempo apenas presentaban modificaciones en la fase grasa y tuvieron un aspecto comparable a los controles, aunque como ya se ha mencionado, el cambio en la textura debido al desuerado fue muy acusado.

La Figura IV.2.6, que corresponde a la producción con la que se realizaron tratamientos por ciclos, muestra un queso control con una estructura muy homogénea y comparable a la de los quesos presurizados.

Analizando conjuntamente los resultados de todas estas producciones se llega a la conclusión de la existencia de una gran variabilidad entre producciones, pues en algunos casos los quesos control se distinguieron claramente de los presurizados mientras que en otras ocasiones presentaron una estructura muy similar. Este hecho

también se puso de manifiesto al evaluar los resultados de los análisis preliminares de textura, que no se muestran en este trabajo. Estos no solo señalaban una gran variabilidad entre producciones sino también entre los quesos de una misma producción.

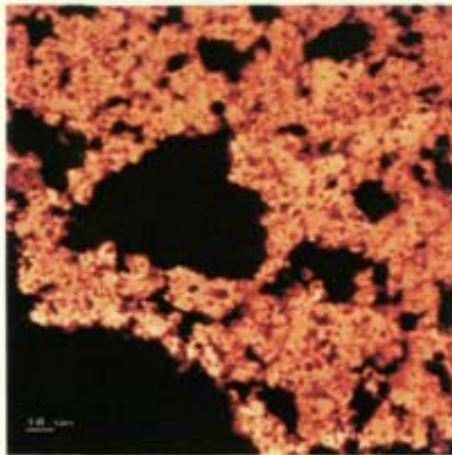
Las Figuras IV.2.7 y IV.2.8 muestran parte de las imágenes tomadas durante el estudio de la microestructura de los quesos de las producciones P1 a P6, que fueron sometidas a un prensado de $0,4 \text{ kg/cm}^2$. En todos los casos el aspecto de los quesos control fue comparable al de los presurizados, por lo que solo se muestran imágenes correspondientes a dos de las producciones. En estas producciones desapareció el efecto homogeneizador debido a la presurización, pues los quesos control ya habían adquirido una estructura más homogénea mediante el prensado al que habían sido sometidos durante la elaboración, incluso aparecieron agregados de glóbulos grasos ocupando agujeros mecánicos en los quesos control, del mismo modo que ocurrió en los quesos presurizados.

El único trabajo encontrado en la bibliografía sobre la influencia del tratamiento de alta presión en la microestructura del queso es el publicado por Torres-Mora y col. (1996), en el que tratan por alta presión cuajadas de queso *Cheddar* antes de su moldeado, lo que produce un cambio marcado e instantáneo hacia una microestructura continua. Según estos autores, el queso *Cheddar* sufre cambios muy rápidos después de la elaboración: en los quesos de un día, la matriz proteica presenta una apariencia porosa o de esponja, con canales interconectados, mientras que al cabo de unos días se observa una matriz continua, sin apariencia de esponja. El tratamiento de alta presión, que acelera el cambio hacia la matriz continua, serviría para reducir la gran variabilidad de humedad que se detecta dentro de un mismo bloque de queso, puesto que en la matriz continua el agua se mueve por difusión, un proceso que es mucho más lento que el flujo a través de poros. Sus resultados no concuerdan con los de nuestro trabajo, pues, como ya se ha mencionado, el efecto homogeneizador de la estructura debido a la alta presión desaparece cuando los quesos son sometidos a un prensado más intenso. Hay que tener en cuenta, además, que el prensado al que se sometió el *Mato* es muy bajo en comparación al que se utiliza en la elaboración de queso *Cheddar*.

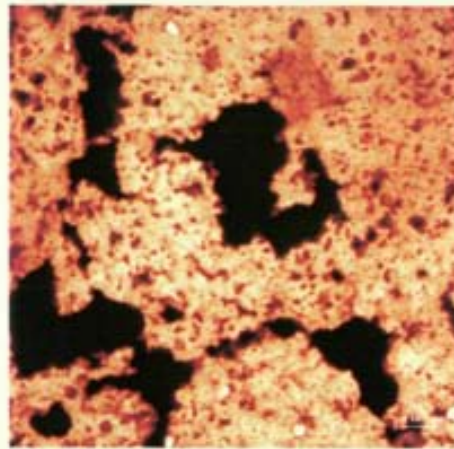
2.7.2 Microscopía electrónica de barrido (MEB).

Se estudió la microestructura de los quesos tratados a 500 MPa/10-25°C/5, 15 y 30 min. No se apreciaron diferencias entre quesos presurizados en distintas condiciones ni entre éstos y los quesos control correspondientes. La Figura IV.2.9 muestra las imágenes de un queso prensado a 0,4 kg/cm² y presurizado a 500 MPa/25°C/5 min y el control correspondiente. Los resultados del análisis por MEB corroboran los obtenidos por MLC en lo que hace referencia a la matriz proteica. Respecto a la fase lipídica, aunque en algunas imágenes pudieron apreciarse glóbulos de grasa, éstos se encuentran en menor número de lo esperado debido a que la técnica de preparación y observación de la muestra no es la más adecuada para retenerlos (el tetróxido de osmio fija grasas insaturadas y al no realizar la observación a temperaturas de congelación parte de la fase grasa funde) y, por lo tanto, no podemos tener una apreciación real de su comportamiento.

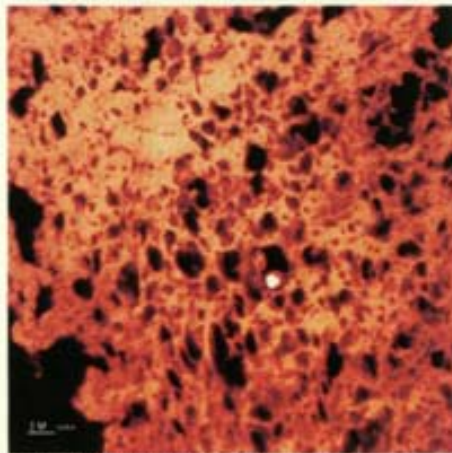
La Figura IV.2.10 corresponde a muestras de superficie. A pocos aumentos (no se tomaron imágenes) se apreciaron hendiduras rectangulares en la superficie de los quesos control, pero no en los presurizados. Los surcos que se observan en las imágenes del queso control se encuentran dentro de las mencionadas hendiduras y por sus dimensiones podrían corresponder a las fibras que componen los hilos de la gasa utilizada durante el escurrido y prensado de la cuajada, puesto que el diámetro medio de la fibra del algodón se encuentra entre 15 y 22µ. La presencia de irregularidades en la superficie de los quesos control podría explicar el hecho que estos sean menos brillantes que los presurizados, ya que cuando la luz incide sobre una superficie lisa o uniforme, a pesar que exista una capa rugosa debajo, sufre una reflexión regular en la superficie lisa, lo que da un aspecto brillante a la muestra. En cambio, cuando la luz incide en una superficie rugosa sufre una reflexión difusa, lo que da a la superficie un aspecto mate (Birth y Zachariah, 1971).



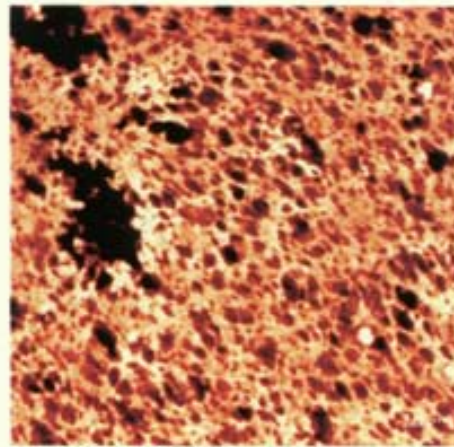
CONTROL



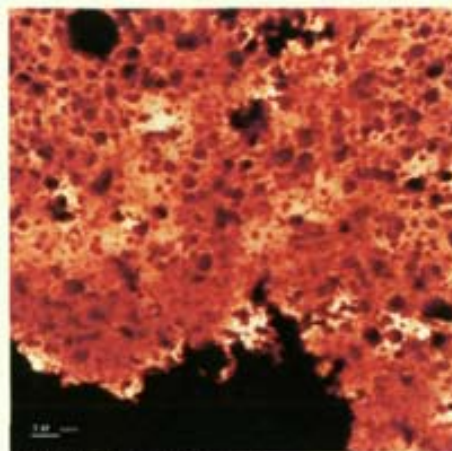
CONTROL



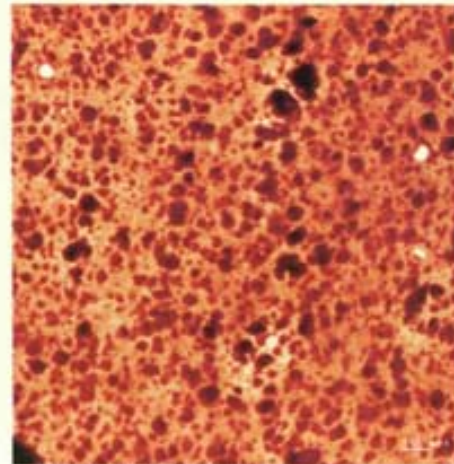
400 MPa/10° C/5 min



400 MPa/10°C/10min

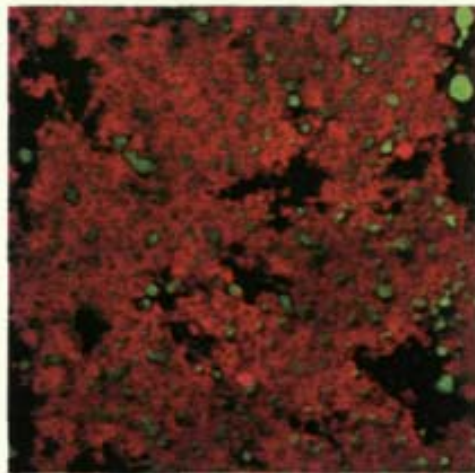


500 MPa/10° C/15 min

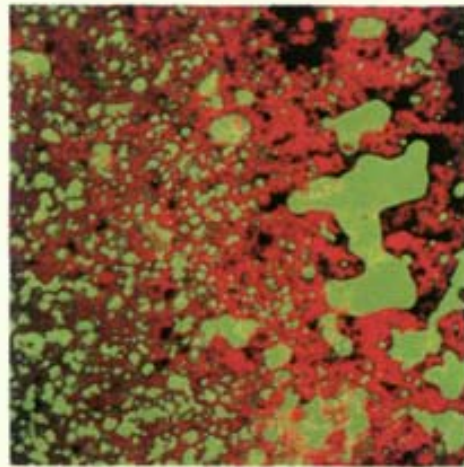


450 MPa/10°C/10 min

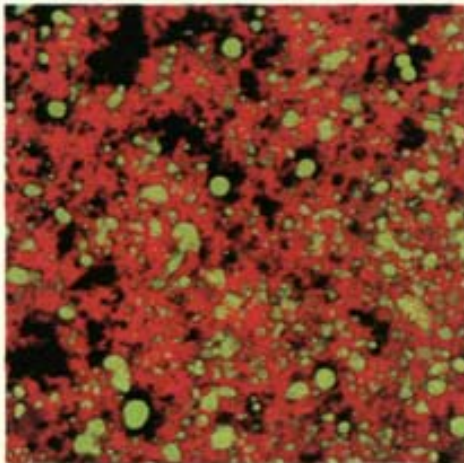
Figura IV.2.3 Imágenes de MLC de muestras teñidas con Naranja de Acridina. Los quesos no fueron prensados durante la elaboración.



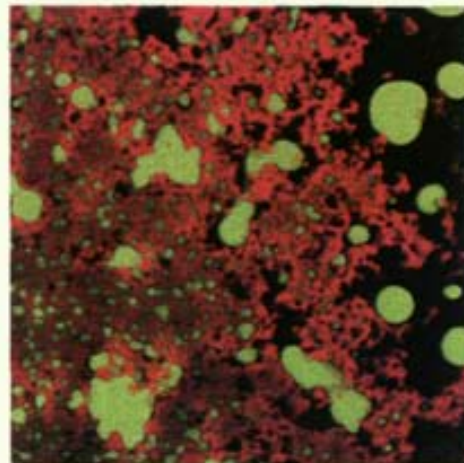
CONTROL



450 MPa/10°C/15 min

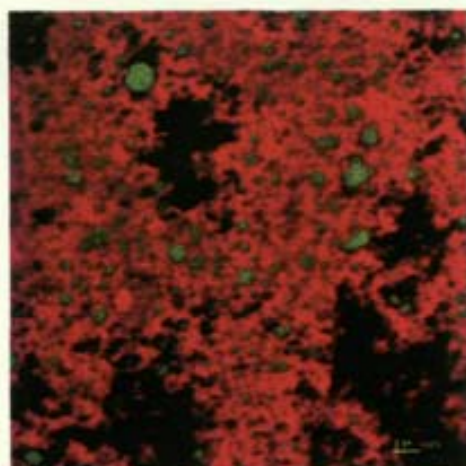


450 MPa/10°C/5 min

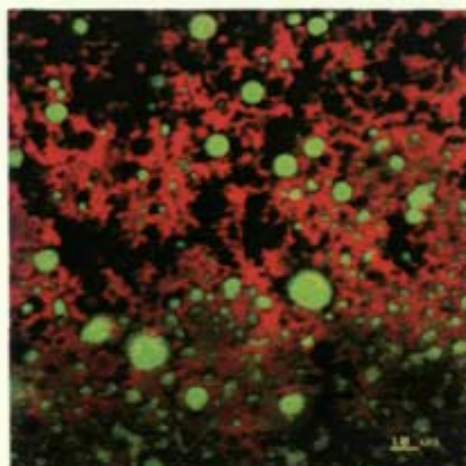


450 MPa/10°C/30 min

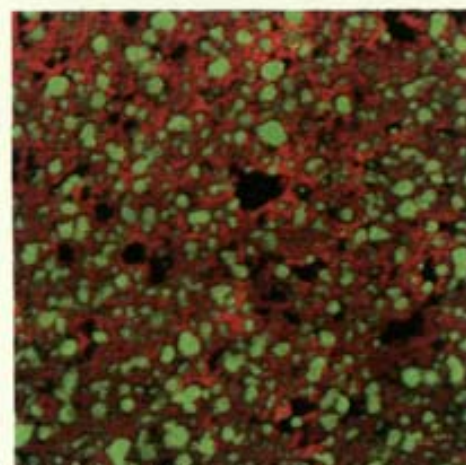
Figura IV.2.4 Imagen de MCL de muestras teñidas con Azul del Nilo. En verde se observa la fase grasa y en rojo la red proteica. Muestras tomadas de quesos no prensados durante la elaboración.



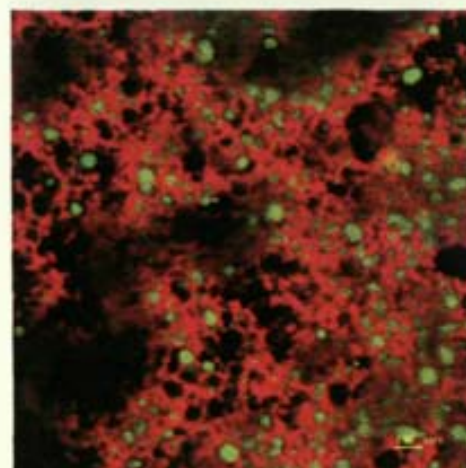
CONTROL



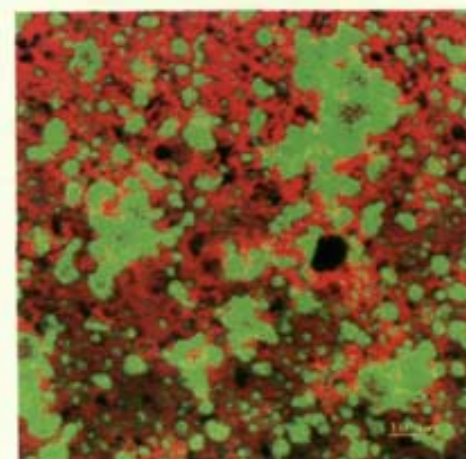
500 MPa/50°C/15 min



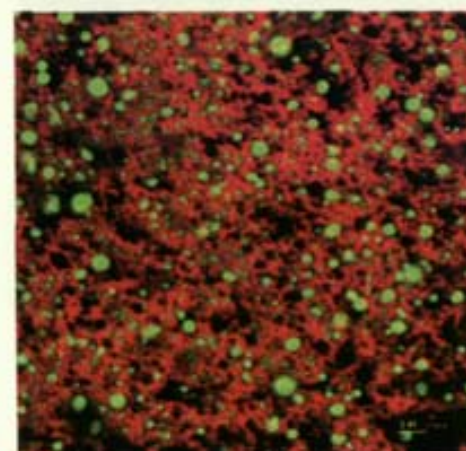
500 MPa/50°C/5 min



500 MPa/50°C/30 min

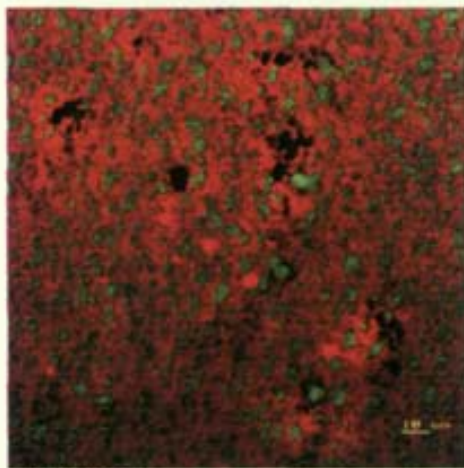


500 MPa/ 50° C/ 10 min

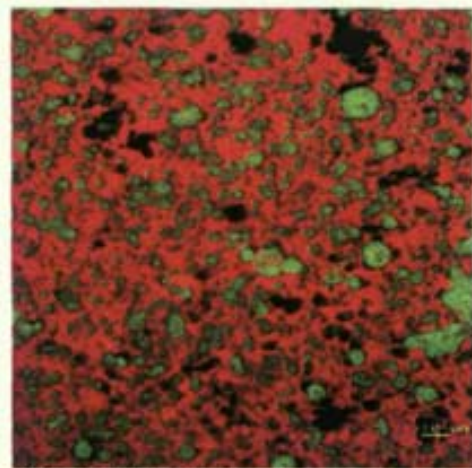


500 MPa/ 50° C/ 45 min

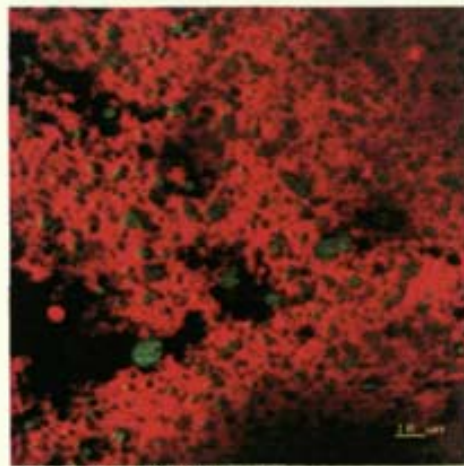
Figura IV.2.5 Imágenes de MCL de muestras teñidas con Azul del Nilo. En verde se observa la fase grasa y en rojo la red proteica. Quesos no prensados durante la elaboración.



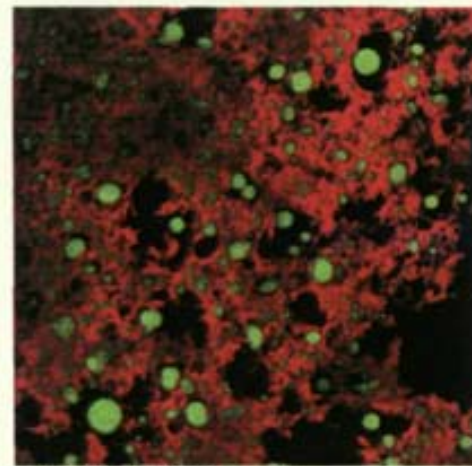
CONTROL



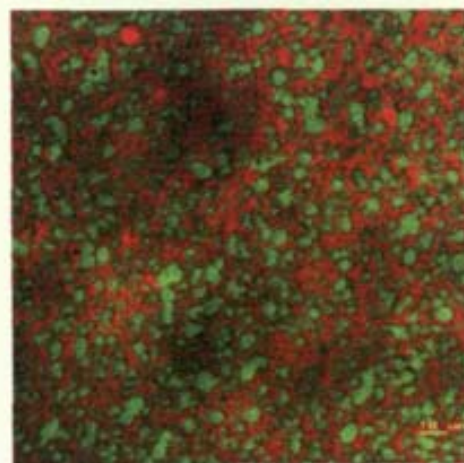
500 MPa/10°C/ 4x5 min



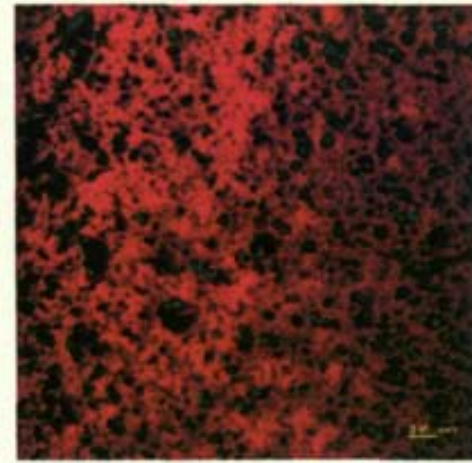
500 MPa/10°C/2x5 min



500 MPa/10°C/5x5 min

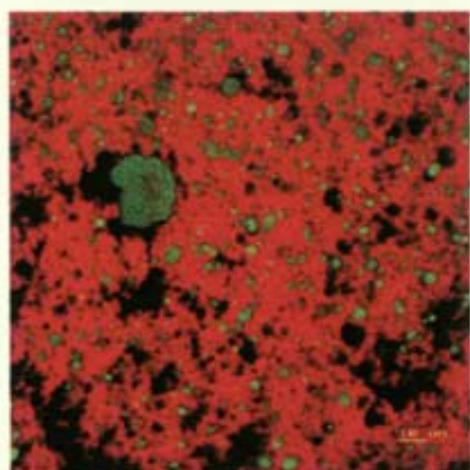


500 MPa/10°C/3x5 min

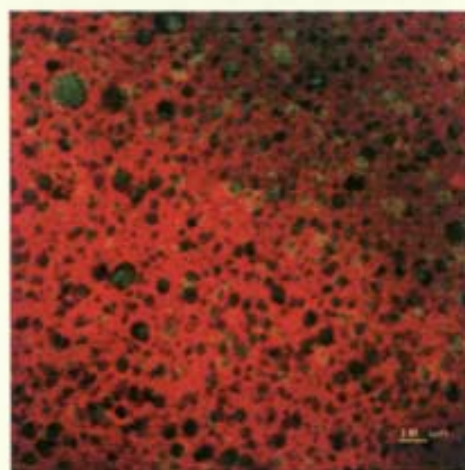


500 MPa/10°C/6x5 min

Figura IV.2.6 Imágenes MCL de muestras de queso teñidas con Azul del Nilo. Quesos no prensados durante la elaboración.



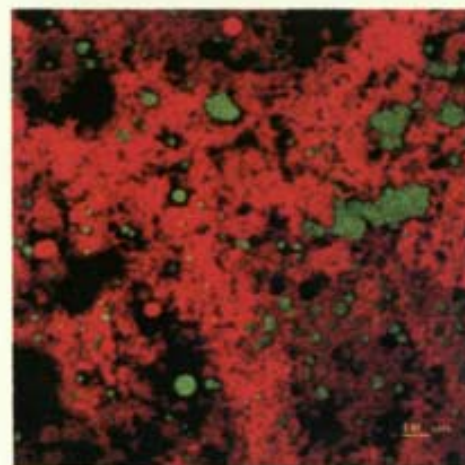
P1 CONTROL



P1 15 MIN



P1 5 MIN

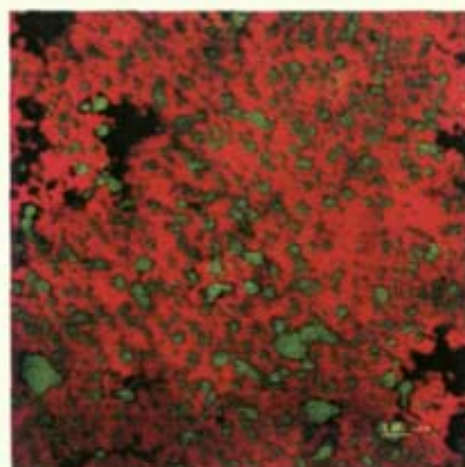


P1 30 MIN

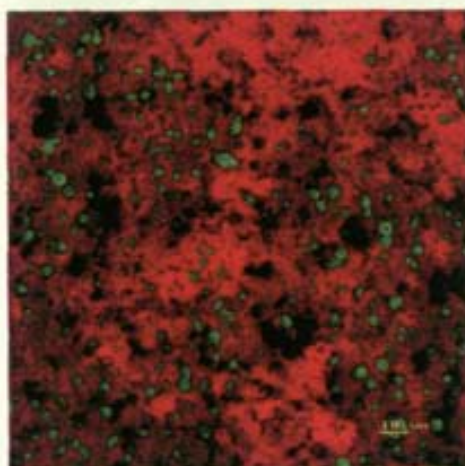
Figura IV.2.7 Imágenes MCL de quesos de la producción P1. En verde se observa la fase grasa y en rojo la red proteica. Quesos prensados durante la elaboración.



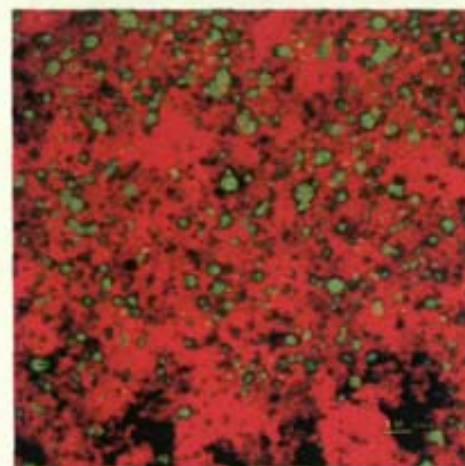
P3 CONTROL



P3 15 MIN

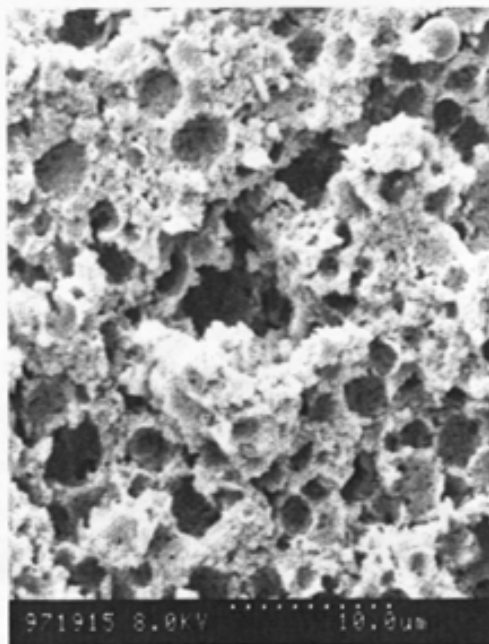


P3 5 MIN

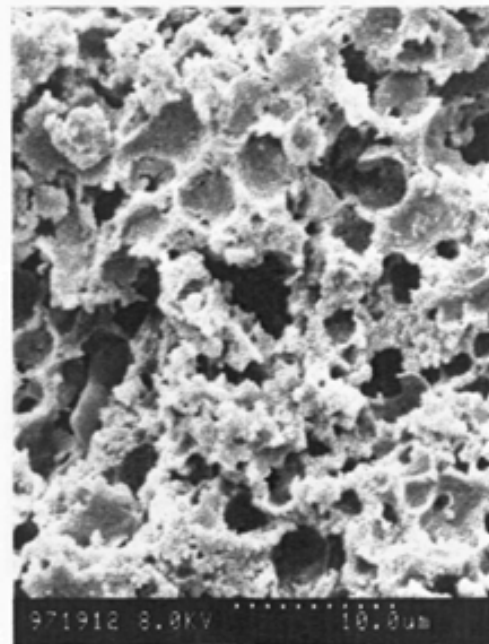


P3 30 MIN

Figura IV.2.8 Imágenes MCL de quesos de la producción P3. En verde se observa la fase grasa y en rojo la red proteica. Quesos prensados durante la elaboración.

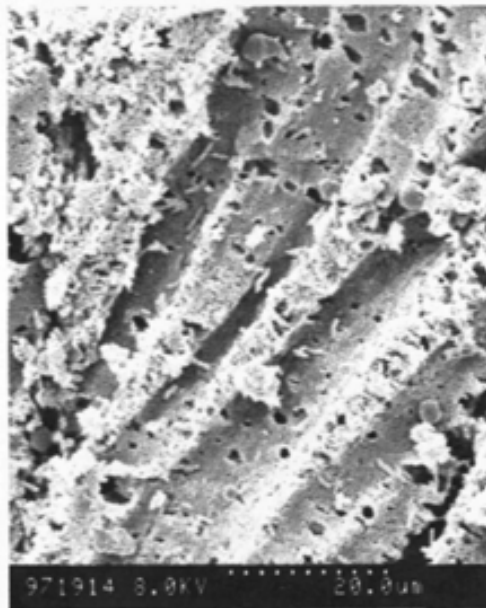


Control

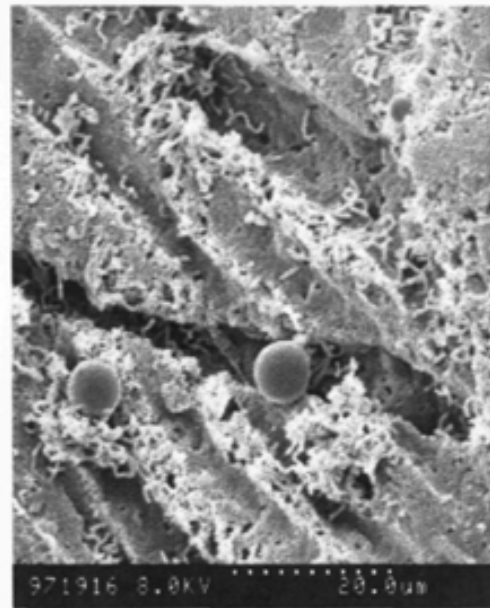


500 MPa/ 25° C/ 5 min

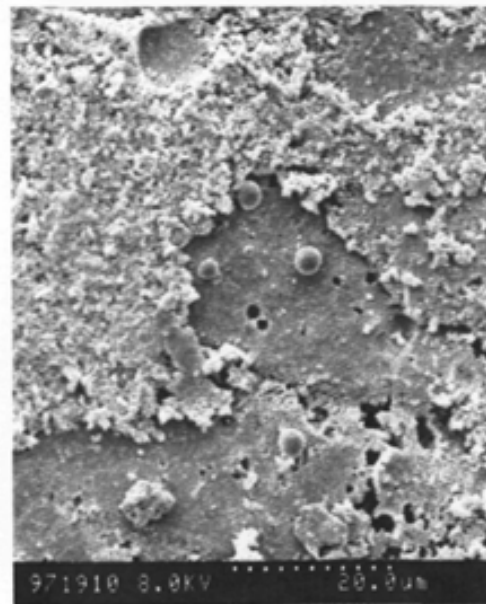
Figura IV.2.9 Imágenes de MEB del interior de quesos prensados durante la elaboración.



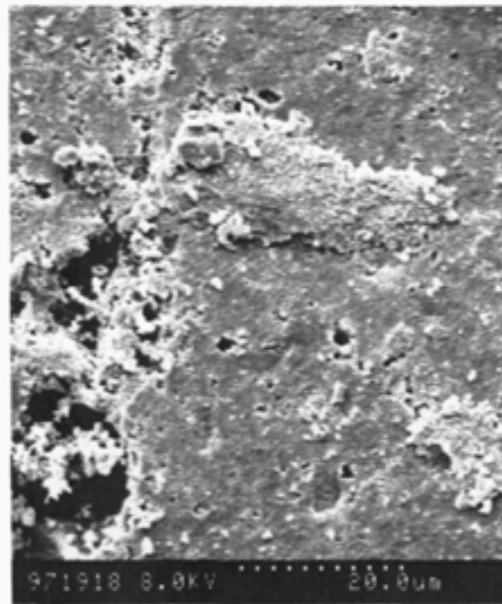
Control, superficie



Control, superficie



500 MPa/25°C/ 5 min
superficie



500 MPa/ 25 C/ 5 min
superficie

Figura IV.2.10 Imágenes de MEB de la superficie de los quesos.

V. CONCLUSIONES.

1. La alta presión es un tratamiento eficaz para la inactivación de algunos de los microorganismos contaminantes del queso fresco. En el caso de *Escherichia coli*, los tratamientos comprendidos entre 400-500 MPa / 2-25°C / 5-30 min son capaces de inactivar alrededor de 7 Log UFC/g. Respecto a *Staphylococcus carnosus*, los mismos tratamientos causan, como máximo, una reducción de 2 Log UFC/g. Para conseguir reducciones superiores, es necesario aumentar la temperatura de tratamiento o trabajar en modo cíclico, lo que supone una alteración del queso en el primer caso y un mayor coste económico en el segundo.

2. El intervalo de condiciones de tratamiento mencionado consigue una reducción de la microbiota mesófila propia del queso fresco que depende de la composición inicial de ésta.

3. Para conseguir la inactivación de esporas sin combinar alta presión con tratamiento térmico es necesario aplicar una combinación de tiempo, temperatura y presión que conduzca a la germinación de las esporas, seguida de un tratamiento de inactivación de células vegetativas.

4. Además de disminuir los recuentos iniciales de las poblaciones de microorganismos inoculadas y propias del queso, la alta presión es eficaz para impedir o retrasar el desarrollo de éstas durante la conservación a 4°C y al vacío del queso fresco, consiguiéndose doblar o triplicar, dependiendo de los casos, la vida útil del queso fresco.

5. La utilización de nisina combinada con la alta presión aumenta la eficacia de ésta. La nisina *per se* incide sobretudo en la disminución del recuento de esporas del queso, mientras que el tratamiento combinado inactiva una fracción de la población que inicialmente era resistente a los dos tratamientos por separado.

6. Las diferencias que se detectan entre quesos control y presurizados son comparables a las que se observan entre quesos control de distintas producciones.

7. Los quesos tratados presentan una mayor tendencia al desuerado que los controles. Esto se traduce en una mayor cantidad de suero liberado que queda retenido en el envase. El suero de los quesos tratados presenta mayor contenido en materia seca y nitrógeno total que el de los quesos control, aunque menor contenido en nitrógeno soluble.
8. El tratamiento de alta presión causa el endurecimiento de la superficie de los quesos presurizados. Dicho endurecimiento es similar en quesos presurizados al vacío o sumergidos en suero.
9. A pesar de que mediante el análisis sensorial se detectan claras diferencias en la superficie de los quesos tratados, los catadores no muestran preferencias entre los queso control o los tratados.
10. Los quesos sometidos a tratamientos eficaces para alargar la conservación y que, comparados con los quesos no tratados, son igualmente preferidos por los catadores en el análisis sensorial no presentan cambios sustanciales en su microestructura respecto a los quesos control, salvo a nivel superficial.
11. Existen combinaciones presión/temperatura/tiempo que pueden ser aplicadas a nivel industrial para alargar la vida útil del queso fresco y mantener su aceptación organoléptica.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Abe F. y Horikoshi K. 1995. Hydrostatic pressure promotes the acidification of yeast vacuoles. International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology. Kyoto
- Abe F. y Horikoshi K. 1997. The yeast vacuoles may serve as proton sequestrants under high hydrostatic pressure. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 209-212. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Adapa S., Schmidt K. Y Toledo R. 1996. Functional properties of high hydrostatic pressure milk. Book of Abstracts of 1996 IFT Annual Meeting.
- Adegoke G. O., Iwayashi H. y Komatsu Y. 1997. Combination of effect of high hydrostatic pressure and essential oil monoterpenes on growth of *Saccharomyces cerevisiae*. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 237-240. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Analla M., Jiménez-Gamero I., Muñoz-Serrano A., Serradilla J. M. y Falagán A. 1996. Estimation of genetic parameters for milk yield and fat and protein contents of milk from Murciano-Granadina goats. Journal of Dairy Science, 79, 1895-1898.
- Angsupanich K. y Ledward D. A. 1997. The effects of high pressure lipid oxidation in fish. Book of Abstracts of the 35th Meeting on High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry of the EHPRG, Reading.
- Anónimo 1969. Specification for the identity and purity of food additives and their toxicological evaluation: some antibiotics. 12th Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, WHO Technical Report, Series 430, World Health Organization, Ginebra.
- Anónimo. 1988. El conservador de alimentos Nisaplin. datos técnicos. Informe técnico 1/88. Publicado por Aplin & Barrett Ltd., Biologicals Division.
- Anónimo. 1988. Nisaplin en la conservación de queso procesado y productos procesados de queso. Informe técnico 10/88. Publicado por Aplin & Barrett Ltd., Biologicals Division.
- Anónimo. 1988. Conservación de leche y productos lácteos con Nisaplin. Informe técnico 11/88. Publicado por Aplin & Barrett Ltd., Biologicals Division.
- Anónimo. 1988. Aumento de la vida media hasta caducidad con Nisaplin de postres lácteos refrigerados. Informe técnico 12/88. Publicado por Aplin & Barrett Ltd., Biologicals Division.
- Anónimo. 1988. La nisina y sus aplicaciones en la industria de los quesos procesados. Informe técnico 1624. Publicado por Aplin & Barrett Ltd., Biologicals Division.
- Anónimo. 1995. Manual Oxoid. Unipath España S. A.
- Arispe I. y Westhoff D. 1984. Manufacture and quality of venezuelan white cheese. Journal of Food Science, 49, 1005-1010
- Banks J. M., Law A. J. R., Leaver J. y Horne D. S. 1993. The inclusion of whey proteins in cheese-an overview. En: Cheese yield and factors affecting its control, 387-401. IDF Seminar, Cork.
- Baluy CI y Masson P. 1993. Effects of high pressure on proteins. Food Reviews International, 9, 611-628.

- Balasubramaniam V. M., Chandru S., Reddy N. R. y Palaniappan S. 1997. Effect of temperature and pressure on inactivation of *Bacillus subtilis* spores by high pressure processing. Book of Abstracts of 1997 IFT Annual Meeting, 47 (20-2).
- Benev L., Perrier-Cornet J.-M., Hayert M. y Gervais P. 1997. Influence of bilayer compressibility on the morphological behaviour of liposomes during a high pressure treatment. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 175-178. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Birth G. S. y Zachariah G. L. 1971. Spectrophotometry of agricultural products. Paper 71-328, ASAE meeting, Michigan. Citado en: Clydesdale M. F. 1984. Color Measurement. En: Food Analysis. Principles and Techniques. Vol. 1. Physical Characterization. Ed. por Gruenwedel D. W. y Whitaker J. R. Marcel Dekker Inc, New York.
- Blanxart D. 1946. Materias textiles. 2ª Ed. Barcelona.
- Bognar A., Butz P., Kowalski E., Ludwig H. 1993. Tauscher B. Stability of thiamine in pressurized model solutions and pork. Bioavailability'93. Nutritional, Chemical and Food Processing implications of nutrient Availability. Proceedings, part 2. Ed. V. Schlemmer, Ettlingen.
- Buecheim W. 1996a. High pressure induced phase transitions of lipids. High pressure processing of foods. Proceedings of the FLAIR-Flow Europe Symposium, Colonia.
- Buecheim W., Schrader K., Morr C.V., Frede E. y Schott M. 1996b. Effects of high pressure on the protein, lipid and mineral phase of milk. Proceedings of the IDF Symposium Heat Treatments and Alternative Methods. Viena. 1995.
- Butz P. y H. Ludwig 1986. Pressure inactivation of microorganisms at moderate temperatures. Physica 139 y 140B, 875-877.
- Butz P. y Tauscher B. 1995. Inactivation of fruit fly eggs by high pressure treatment. Journal of Food Processing and Preservation, 19, 161-164.
- Butz P., Funtenberger S., Haberditzl T. y Tauscher B. 1996. High pressure inactivation of *Byssochlamys nivea* ascospores and other heat resistant molds. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 29, 404-410.
- Butz P., Edenharder R., Fister H. y Tauscher B. 1997. Stability of antimutagenic activities in fruit and vegetables during high pressure processing. Book of Abstracts of the 35th Meeting on High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry of the EHPRG, Reading.
- Canut E. y Navarro F. 1980. Els Formatges a Catalunya. Ed. Altafulla. Barcelona, 1980.
- Canut E. 1984. Estudio y tipificación de los quesos de España. Catalunya. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. INDO.
- Canut E. y Navarro F. 1990. Catálogo de los quesos de España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Dirección general de política alimentaria, 1990. Barcelona.
- Carlez A., Rosco J. P., Richard N. y Cheftel, J. C. 1993. High pressure inactivation of *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas fluorescens* and *Listeria innocua* in inoculated minced beef muscle. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 1993, 26(4), 357-

- Carlez A., Rosec J. P., Richard N. y Cheftel, J. C. 1994. Bacterial growth during chilled storage of pressure-treated minced meat. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 27, 48-54.
- Carretero Romay C. 1991. Estudio de la maduración y caracterización físico-química del queso de cabra Cendrat del Montsec. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Chavarrí, F. J., J. A. Núñez, L. Bautista and M. Núñez. 1985. Factors affecting the microbiological quality of Burgos and Villalón cheeses at the retail level. *Journal of Food Protection*, 48, 865-869.
- Cheah P. B. y Ledward D. A. 1996. High pressure effects on lipid oxidation in minced pork. *Meat Science*, 43(2), 123-134.
- Cheftel J.-C. 1992. Effects of high hydrostatic pressure on food constituents: an overview. En: *High Pressure and Biotechnology*, 195-210. (Eds.) C. Balny, R. Hayashi, K. Heremans and P. Masson. John Libbey Eurotext, Montrouge.
- Cheftel, J.C. 1995. Review: High-pressure, microbial inactivation and food preservation. *Food Science and Technology International*, 1, 75-90.
- Chi Y., Ma X., Jin Z., Lou W., Liu L. y Liu B. 1997. Influences of high pressure treatment on behaviour of bacteria in raw milk. En: *High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology*, 280-282. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Chilton P., Isaacs N. S., Mackey B. M. y Stenning R. 1997a. The effects of high hydrostatic pressure on bacteria. En: *High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology*, 225-228. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Chilton P., Isaacs N. S. y Mackey B. M. 1997b. Effects of pressure on membranes and nucleic acids of *Escherichia coli*. *Book of Abstracts of the 35th Meeting on High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry of the EHPRG*, Reading.
- Chourot J. M., Lemaire R., Cornier G. y Le Bail A. 1995. Modelling of high pressure thawing. *International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology*, Kyoto.
- Clouston J. G. y Wills, P.A. 1969. Initiation of germination and inactivation of *Bacillus pumilus* spores by hydrostatic pressure. *Journal of Bacteriology*, 1969, 97(2), 684-690.
- Clydesdale M. F. 1984. Color Measurement. En: *Food Analysis. Principles and Techniques*. Vol. 1. Physical Characterization. Ed. por Gruenwedel D. W. y Whitaker J. R. Marcel Dekker Inc, New York.
- Coppola R., Sorrentino E., Cinquanta L., Rossi F., Iorizzo M. y Grazia L. 1995. Shelf-life of Mozzarella cheese samples packaged without liquid and stored at different temperatures. *Italian Journal of Food Science*, 4, 351-359.
- Cortedig M. y Dalgleish D. G. 1996. Effect of different heat treatments on the strong binding interactions between whey proteins and milk fat globules in whole milk. *Journal of Dairy Research*, 63, 441-449.

- Craven S E 1988 Activation of *Clostridium perfringens* spores under conditions that disrupt hydrophobic interactions of biological molecules. *Applied and Environmental Microbiology*, 54, 2042-2048
- Da Poian A , Oliveira A C , Gaspar L , Silva J L y Weber G 1993 Reversible pressure dissociation of R17 bacteriophage. The physical individuality of virus particles. *Journal of Molecular Biology*, 231, 999-1008
- Damodaran S 1996 Aminoacids, peptids and proteins. En *Food Chemistry* Cap 6 (Ed) O R Fennema
- Dean J P , Zottola E A 1996 Use of nisin in ice cream and effect on the survival of *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection*, 59 (5), 476-480
- Delacroix-Buchet A y Trossat P 1991 Proteolyse et texture des fromages a pâte cuite pressée. 1. Influence de l'activite de l'eau. *Le Lait*, 71, 299-311
- Delves-Broughton, J 1990 Nisin and its application as a food preservative. *Journal of the Society of Dairy Technology*, 43 (3), pp 73-76
- Delves-Broughton, J 1990 Nisin and its uses as a food preservative. *Food Technology*, 44 (11), 100-117
- Denda A y Hayashi R 1992 Emulsifying properties of pressure-treated proteins. In *High Pressure and Biotechnology*, 333-336 (Eds) C Balny, R Hayashi, K Heremans and P Masson. John Libbey Eurotext, Montrouge
- Denys S , Van Loey A , De Cordt S , Hendrickx M y Tobback P 1997 Modelling of high pressure assisted freezing and thawing. 351-354. En *High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology*, (Ed) K Heremans. Leuven University Press, Leuven
- Desobry-Banon S , Richard F y Hardy J 1994 Study of acid and rennet coagulation of high pressurized milk. *Journal of Dairy Science*, 77, 3267-3274
- Deuchi T y Hayashi R 1992 High pressure treatments at subzero temperature application to preservation, rapid freezing and rapid thawing of foods. En *High Pressure and Biotechnology*, 353-356 (Eds) C Balny, R Hayashi, K Heremans and P Masson. John Libbey Eurotext, Montrouge
- Dickinson D y James J D 1997 Effect of high pressure processing on properties of emulsions made with pure milk proteins. *Book of Abstracts of the 35th Meeting on High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry of the EHPRG, Reading*
- Directiva 95/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de Febrero de 1995 relativa a aditivos alimentarios distintos de los colorantes y edulcorantes. DOCE 18/3/95 N° L 61/1-40
- Dumay E , Kalichevsky M T y Cheftel J C 1994 High pressure unfolding and aggregation of β -lactoglobulin and the baroprotective effects of sucrose. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42, 1861-1868
- Dumay E , Lambert C , Furtenberger S y Cheftel J -C 1996 Effects of high pressure on physico-chemical characteristics of dairy creams and model O/W emulsions. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie* 29, 606-611
- Earnshaw R G 1995 Kinetics of high pressure inactivation of microorganisms. En

- High pressure processing of foods, 37-46. (Eds.) Ledward L. A., Johnston D. E., Earnshaw R. G y Hasting A. P. M. Nottingham University Press, Leicestershire.
- El Moueffak H., Cruz C., Demazcau G. y Montury M. 1997. Effects of high pressure in packaging materials for food stabilisation. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 467-470. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Eshtiaghi M.N. y Knorr D. 1993. Potato cubes response to water blanching and high hydrostatic pressure. *Journal of Food Science*, 58(6), 1371-1374.
- Farber J. M. 1989. Foodborne pathogenic microorganisms: characteristics of the organisms and their associated diseases. I. Bacteria. *Canadian Institute of Food Science and Technology*, 22(4), 311-321.
- Felipe X., Gervilla R., Pla R., Guamis B. y Law A. J. R. 1997a. Effect of high pressure on whey proteins of goat's milk. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 399-402. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Felipe X., Capellas M. y Law A. R. J. 1997b. Comparison of the effects of high-pressure treatments on the whey proteins in goat's milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 627-631.
- Ferragut V. y Needs E. C. 1997. The rheology of set yogurt gels formed from high pressure treated milk. Book of Abstracts of the 35th Meeting on High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry of the EHPRG, Reading.
- FFI. Norme 27:1964-1964. Determination of the ash content of processed cheese products.
- FFI. Norme 105:1981. Lait. Determination de la teneur en matière grasse. Butyrometres Gerber (provisoire).
- FFI. Norme 4A:1982. Fromages et fromages fondus. Determination de l'extrait sec total (provisoire).
- FFI. Norme 21B:1987. Lait, crème et lait concentré non-sucre. Determination de la matière sèche (Méthode de reference).
- FFI. Norme 152:1991 (provisoire). Lait et produits laitiers. Determination de la teneur en matière grasse. guide de directives générales appliquées aux méthodes butyrométriques.
- FFI. Norme 220B 1993. 1993. Milk-Nitrogen Content
- Fields F.O. 1996. Use of bacteriocins in food. regulatory considerations. *Journal of Food Protection*. 1996 Supplement, 72-77.
- Fortes P. A. G., Helms M. K., Schwappach B. y DiGregorio P. 1995. Pressure effects upon the activity, conformational dynamics and stability of (Na, K)-ATPase, a membrane ion pump. Abstracts of the International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology, Kyoto.
- Fuchigami M., Katoh N. y Teramoto A. 1995. Texture and cryo-scanning electron micrographs of pressure-shift frozen tofu. Abstracts of the International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology, Kyoto.
- Fujii S., Obuchi K., Iwahashi H., Fujii T. y Komatsu Y. 1995. Saccharides protect yeast against pressure correlated to the mean number of equatorial OH groups.

Abstracts of the International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology, Kyoto.

Fujii S., Iwabashi H., Obuchi K., Fujii T. y Komatsu Y. 1997. Characterization of a barotolerant mutant of the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Importance of trehalose content and membrane fluidity. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, K. Heremans (Ed.) Leuven University Press, Leuven

Funtenberger S., Dumay E. y Cheftel J. C. 1997. High pressure promotes β -lactoglobulin through SH/S-S interchange reactions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45, 912-921.

Galazka V. B., Dickinson E. y Ledward D. A. 1996. Effect of high pressure on the emulsifying behaviour of β -lactoglobulin. Food Hydrocolloids, 10 (2), 213-219

Galazka V. B. y Ledward D. A. 1997. High pressure effects on the functional properties of bovine serum albumin and β -lactoglobulin. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 375-378. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.

García M. C., Otero A., García M. E. y Moreno B. 1987. Microbiological quality of two types of Spanish sheep's milk cheeses (Manchego and Burgos varieties). Journal of Dairy Research, 54, 551-557.

García-Graells C., Hauben K., Soontjens C. y Michaelis C. 1997. High pressure inactivation and survival of pressure-resistant *Escherichia coli* mutants in fruit juices. Book of Abstracts of the 35th Meeting on High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry of the EHPRG, Reading.

Gekko K. 1992. Effects of pressure on sol-gel transition of food macromolecules. En: High Pressure and Biotechnology, 105-109. (Eds.) C. Balny, R. Hayashi, K. Heremans and P. Masson. John Libbey Eurotext, Montrouge.

Gervilla R., Capellas M., Ferragut V. y Guamis B. 1997a. Effect of high hydrostatic pressure on *Listeria innocua* 910 CECT inoculated into ewe's milk. Journal of Food Protection, 60 (1), 33-37.

Gervilla R., Felipe X., Ferragut V. y Guamis B. 1997b. Effect of high pressure on *Escherichia coli* and *Pseudomonas fluorescens* strains in ovine milk. Journal of Dairy Science, 80, 2297-2303

Gervilla R., Felipe X., Ferragut V. y Guamis B. 1997c. Effect of high hydrostatic pressure on different microorganisms inoculated into ewe's milk. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 287-290. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.

Gill A. L., Ferragut V., Owen A. J., Rich G. y E. C. Needs. 1997a. Changes in casein micelle size and composition at high pressure: the effect on kinetics of enzymatic coagulation. Book of Abstracts of the 35th Meeting on High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry of the EHPRG. Reading

Gill A. L., Ferragut V., Owen A. J. y E. C. Needs. 1997b. The effect of high pressure on milk proteins and the structure of rennet gels. Book of Abstracts of the 35th Meeting on High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry of the EHPRG. Reading.

- Gould G. W. y Sale A. J. H. 1970. Initiation of germination of bacterial spores by hydrostatic pressure. *Journal of General Microbiology*, 1970, 60, 335-346.
- Gould G. W. 1995. The microbe as a high pressure target. En: High pressure processing of foods, 27-36. (Eds.) Ledward L. A., Johnston D. F., Eamshaw R. G. y Hasting A. P. M. Nottingham University Press, Leicestershire.
- Gould G. W. 1996. Industry perspectives on the use of natural antimicrobials and inhibitors for food applications. *Journal of Food Protection*. 1996, Supplement, 82-86.
- Groß M., Jaenicke R. y Niehaus K. 1992. Why does high pressure inhibit protein biosynthesis?. The effects of high pressure treatment of skim milk. En: High Pressure and Biotechnology. C. Balny, R. Hayashi, K. Heremans and P. Masson (Eds.). John Libbey Eurotext, Montrouge.
- Grupe C., Ludwig H. y Tauscher B. 1997. The effect of high pressure on the degradation of isothiocyanates. Book of Abstracts of the 35th. Meeting on High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry of the EHPRG. Reading
- Guo M. R. y Kindstedt P. S. 1995. Age-related changes in the water phase of mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*, 78, 2099-2107.
- Gustin D., Bera F., Dumont de Chassart Q. y Mertens B. 1997. Pectin gelification under HHP: gel properties and formation mechanisms. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 199-200. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Hanlin M.B., Kalchayanand N., Ray P. y Ray B. 1993. Bacteriocins of lactic acid bacteria in combination have greater antibacterial activity. *Journal of Food Protection*, 56 (3), 252-255.
- Harwalkar V. R. y Brown R. J. 1989. Introduction. Symposium: water-protein interactions. *Journal of Dairy Science*, 72, 561.
- Hauben J. A., Wuytack E. Y., Soontjens C. C. F., Michiels C. W. 1996. High-pressure transient sensitization of *Escherichia coli* to lysozyme and nisin by disruption of outer-membrane permeability. *Journal of Food Protection*, 59, 4, 350-355.
- Hauben K. J. A., Soontjens C. C. F., Cornelis K. and Michiels C. 1997a. High level of barotolerance in *Escherichia coli*. High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 249-252. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Hauben K. J. A., Bartlett D. H., Soontjens C. C. F., Cornelis K., Wuytack E. Y., Michiels C. W. 1997b. *Escherichia coli* mutants resistant to inactivation by high hydrostatic pressure. *Applied and Environmental Microbiology*, 3, 945-950
- Hayakawa I., Kanno T., Tomita M. y Fujio Y. 1994a. Application of high pressure for spore inactivation and protein denaturation. *Journal of Food Science*, 59(1), 159-163
- Hayakawa I., Kanno T., Yoshiyama K. y Fujio Y. 1994b. Oscillatory compared with continuous high pressure sterilization on *Bacillus stearothermophilus* spores. *Journal of Food Science*, 59(1), 164-167.
- Hayashi R., Kawamura Y. y Kunugi S. 1987. Introduction of high pressure to food processing: preferential proteolysis of β -lactoglobulin in milk whey. *Journal of Food Science*, 52 (4), 1107-1108.

- Hayashi R. 1997. High pressure biocidnece and biotechnology in Japan. High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 1-4. (Ed.) K. Heremans Leuven University Press, Leuven.
- Hayashi R., Kinsho T. y Ueno H. 1997. Cold denaturation of carboxipeptidase Y under high pressure. Book of Abstracts of the 35th Meeting on High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry of the EHPRG, Reading.
- Heertje I., van der Vlist P., Blonk J. C. G., Hendrickx H. A. C. M. y Brakenhoff G. J. 1987. Confocal Scanning Light Microscopy in Food Research: some observations. Food Microstructure, 6, 115-120.
- Heinz V. y Knorr D. 1997. High pressure germination and inactivation kinetics of bacterial spores. Book of Abstracts of the 35th Meeting on High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry of the EHPRG, Reading.
- Heremans I. y Heremans K. Raman spectroscopic study of the changes in secondary structure of chymotrypsin: effect of pH and pressure on the salt bridge. Biochimica et Biophysica Acta, 999, 192-197.
- Heremans K. 1992. From living systems to biomolecules. En: High Pressure and Biotechnology, 37-44 (Eds.) C. Balny, R. Hayashi, K. Heremans and P. Masson. John Libbey Eurotext, Montrouge.
- Heremans K. 1995. High pressure effects on biomolecules. En: Ledward I. A., Johnston D. E., Earnshaw R. G. y Hasting A. P. M. (Eds.). High pressure processing of foods. Nottingham University Press, Leicestershire, 81-98.
- Heremans K. 1997. Preface. High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, K. Heremans (Ed.) Leuven University Press, Leuven.
- Hinrichs J. y Kessler H. G. 1996. High pressure effects on milk proteins. Proceedings of the FLAIR-Flow Europe Symposium, Colonia.
- Hollers C., Sojka B. y Ludwig H. 1997. Pressure-induced germination of bacterial spores from *Bacillus subtilis* and *Bacillus stearothermophilus*. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 257-260. (Ed.) K. Heremans Leuven University Press, Leuven.
- Hoover D. G., Metrick C., Papineau A. M., Farkas D. F. y Knorr D. 1989. Biological effects of high hidrostatic pressure on food microorganisms. Food Technology, 43(3) 99-107.
- Hoover D. G. 1993. Pressure effects on biological systems. Food Technology, 47 (6) 150-155.
- Hsieh Y. L., Yun J. J. y Rao M. A. 1993. Rheological properties of Mozzarella cheese filled with dairy, egg, soy proteins and gelatin. Journal of Food Science, 58 (5), 1001-1004.
- Hurst, A. 1981. Nisin. Advances in Applied Microbiology, 27, 85-123.
- Iametti S., Transidico P., Bonomi F., Vecchio G., Pittia P., Rovere P. y Dall'Aglio G. 1997. Molecular modifications of β -lactoglobulin upon exposure to high pressure. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45, 23-29.
- International Comission on Microbiological Specifications for Foods. Microorganismos

de los alimentos. Técnicas de análisis microbiológico. Vol. I. 1983. Ed. Aeribia, Zaragoza.

Isaacs N. S. y Chilton P. 1995. Microbial inactivation mechanisms. En: High pressure processing of foods, 65-80. (Ed.) Ledward L. A., Johnston D. E., Earnshaw R. G. y Hasting A. P. M. Nottingham University Press, Leicestershire.

Jin Z.T. y Harper W.J. 1996. Effects of high pressure treatment on changes of microflora and aroma profile in accelerated ripening of cheese slurry. *Journal of Dairy Science*, 79, Suppl. 1, p. 114.

Jonas J. High resolution NMR Studies of protein unfolding at high pressure. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 17-22. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.

Johnson, E. A., J. H. Nelson, M. Johnson. 1990. Microbiological safety of cheese made from heat-treated milk, part II. Microbiology. *Journal of Food Protection*, 53, 519-540.

Johnston D. E., Austin B. A. y Murphy R. J. 1992a. The effects of high pressure treatment of skim milk. En: High Pressure and Biotechnology, 243-248. (Eds.) C. Balny, R. Hayashi, K. Heremans and P. Masson John Libbey Eurotext, Montrouge.

Johnston D. E., Austin B. A., Murphy R. J. 1992b. Effects of high hydrostatic pressure on milk. *Milchwissenschaft*, 47(12), 760-763.

Johnston D. E., Austin B. A. y Murphy R. J. 1993. Properties of acid-set gels prepared from high pressure treated skim milk. *Milchwissenschaft*, 48(4), 206-209.

Johnston D. E. 1995. High pressure effects on milk and meat. En: High pressure processing of foods, 99-122. (Eds.) Ledward L. A., Johnston D. E., Earnshaw R. G. y Hasting A. P. M. Nottingham University Press, Leicestershire

Jonhston D. E., McKinney S. M. y Creedy R. W. 1997. The effects of high pressure on some functional properties of whey proteins. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 403-406. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.

Juárez M., Ramos M. y Martín-Hernández C. 1993. Características de composición de quesos españoles de leche de cabra. *Industrias Lácteas Españolas*, 175, 10-12

Kfoury M., Mpagana M. y Hardy J. 1989. Influence de l'affinage sur les propriétés rhéologiques du camambert et du saint-paulin. *Le Lait*, 69 (2), 137-149.

Kalchayanand N., Hanlin M.B., Ray B. 1992. Sublethal injury makes Gram-negative and resistant Gram-positive bacteria sensitive to the bacteriocins, pediocin AcH and nisin. *Letters in Applied Microbiology*, 15 (6), 239-243.

Kalchayanand N., Sikes T., Dunne C. P. y Ray, B. 1994. Hydrostatic pressure and electroporation have increased bactericidal efficiency in combination with bacteriocins. *Applied and Environmental Microbiology*, 60(11), 4174-4177.

Kalichevsky M. T., Knorr D., y Lillford P.J. 1995. Potential food applications of high pressure effects on ice-water transitions. *Trends in Food Science and Technology*, 6, 253-259.

Kanda Y. y Aoki M. 1993. Development of pressure-shift freezing. En: High pressure bioscience and food science. Hayashi, R. (Ed.) San-Ei, Kyoto

- Kanno C y Uchimura T 1997 The effect of high pressure on physico-chemical properties of bovine milk fat globules and milk fat globule membrane. Book of Abstracts of the 35th Meeting on High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry of the EFPIG, Reading
- Kneifel W, Paquin P, Abert T y Richard J-P 1991 Water-holding capacity of proteins with special regard to milk proteins and methodological aspects-a review. *Journal of Dairy Science*, 74, 2027-2041
- Knorr D 1995 Hydrostatic pressure treatment of food microbiology. En *New methods of food preservation*, 159-172 (Ed.) Gould G W Chapman and Hall, London
- Knorr D 1995 High pressure effects on plant derived foods. En *Ledward L. A., Johnston D. E., Earnshaw R. G y Hasting A. P. M (Eds.) High pressure processing of foods*. Nottingham University Press, Leicestershire, p 123-126
- Kramer A, Kahan G, Cooper D Y Papavasiliou 1974 A non-parametric ranking method for the statistical evaluation of sensory data. *Chemical senses and flavor*, 1, 121-123. Citado en *Jellinek G 1985 Sensory evaluation of food Theory and practice*. Ed Ellis Horwood, Chichester
- Kubel J, Ludwig H y Tauscher B 1997 Influence of UHP on vitamin A acetate content. En *High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology*, 331-334 (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven
- Kuehroo N C y Fox P F 1982 Soluble nitrogen in Cheddar cheese: comparison of extraction procedures. *Milchwissenschaft*, 37 (6), 331-334
- Kunugi, S 1992 Enzyme reactions under high pressure and their applications. *Annals New York Academy of Sciences (Enzyme Engineering XI)*, 672, 293-304
- Kunugi S y Tanaka N 1997 Effect of pressure on protease reactions-activation, deactivation and specificity. En *High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology*, 79-82 (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven
- Kumeno K, Nakahama N, Honma K, Makino T y Watanabe, M 1993 Production and characterization of a pressure-induced gel from freeze-concentrated milk. *Bioscience Biotechnology Biochemistry*, 57(5), 750-752
- Law A J R, Home D S, Banks J M y Leaver J 1994 Heat-induced changes in the whey proteins and caseins. *Milchwissenschaft*, 49 (3), 125-129
- Lawrence R C, Heap H A y Gilles J 1984 A controlled approach too cheese technology. *Journal of Dairy Science*, 67, 1632-1645
- Lee S K, Anema S G, Schrader K y Buchheim, W 1996 Effect of high hydrostatic pressure on Ca-caseinate systems. *Milchwissenschaft*, 51(1), 17-21
- Ledward D A 1995 High pressure processing - The Potential. En *High pressure processing of foods*, 1-6 (Eds.) Ledward L. A., Johnston D. E., Earnshaw R. G y Hasting A. P. M. Nottingham University Press, Leicestershire
- Lopez-Fandiño R, Carrascosa A V y Olano A 1996 The effects of high pressure on whey protein denaturation and cheese-making properties of raw milk. *Journal of Dairy Science*, 79(6), 929-936

- Lopez-Fandiño R , Ramos M y Olano A 1997 Rennet coagulation of milk subjected to high pressures Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45, 3233-3237
- Lucey J A , Gorry C y Fox P F 1993 Methods for improving the rennet coagulation properties of heated milk En Cheese yield and factors affecting its control IDF Seminar, Cork
- Ludemann H-D 1992 Water and aqueous solutions under high pressure En High Pressure and Biotechnology, 371-380 (Eds) C Balny, R Hayashi, K Heremans and P Masson (Eds) John Libbey Eurotext, Montrouge
- Ludwig H, Bieler C, Hallbauer K y Seigala W 1992 Inactivation of microorganisms by hydrostatic pressure En High Pressure and Biotechnology, 25-32 (Eds) C Balny, R Hayashi, K Heremans and P Masson John Libbey Eurotext, Montrouge
- Ludwig H y Schreck Ch 1997 The inactivation of vegetative bacteria by pressure En High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 221-224 (Ed) K Heremans Leuven University Press, Leuven
- Luna A , Lopez B , Falagan A y Carrizosa J A 1995 Notes on certain physical and chemical characteristics of the milk and cheese from the Murciana-Granadina goat in Murcia (Spain)1995 En Proceedings of the IDF/Greek National Committee of IDF/CIRVAL Seminar on production and utilization of ewe and goat milk, Crete
- Macdonald A 1992 Effects of high hydrostatic pressure on natural and artificial membranes En High Pressure and Biotechnology, 67-76 (Eds) C Balny, R Hayashi, K Heremans and P Masson John Libbey Eurotext, Montrouge
- Mackey B M , Forestiere K y Isaacs N 1995 Factors affecting the resistance of *Listeria monocytogenes* to high hydrostatic pressure Food Biotechnology, 1995, 9(1&2), 1-11
- Maisnier-Patin S, Tatini S R , Richard, J 1995 Combined effect of nisin and moderate heat on destruction of *Listeria monocytogenes* in milk Le Lait, 75, 81-91
- Mannar A B , Marcy J E , Bishop J R y Duncan S E 1994 Modified atmosphere packaging to maintain direct set cottage cheese quality Journal of Food Science, 59, 6, 1305-1308
- Marchesseau S y Cuq J-J. 1995 Water-holding capacity and characterization of protein-interactions in processed cheese Journal of Dairy Research, 62, 479-489
- Marcos A , J Fernandez-Salguero, M^a A Esteban, F Leon, M Alcalá and F H Belfran de Heredia 1985 Quesos españoles Tablas de composicion, valor nutritivo y estabilidad Cordoba Servicio de Publicaciones, Universidad de Cordoba
- Mann, S, C Allaert, I Viñas and V Sanchis 1995 Estado higienico-sanitario de la produccion de mato de una fabrica artesanal de Lleida Alimentaria, 263, 71-75
- Marino M , Butta P , Coccolin L y Comi G 1995 Controllo microbiologico di punti critici nella filiera di produzione di Mozzarella Industrie Alimentari, XXXIV, 1027-1031
- Marquis R E 1997 Oxidative killing of bacterial spores under pressure En High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 229-232 (Ed) K Heremans Leuven University Press, Leuven

- Marth E. H. 1978. Standard methods for the examination of dairy products. 14th ed. American Public Health Association. Washington, DC.
- Martin-Hernandez M. C. 1988a. Estudio y caracterización físico-química de quesos de cabra fresco y semicurado. Influencia de la congelación. Ed. de la Universidad Complutense de Madrid.
- Martin-Hernandez M. C. 1988b. Composición de la leche de cabra de razas murciana y granadina. *Anales de Bromatología*, XI-2, 237-248.
- Masson P. 1992. Pressure denaturation of proteins. En *High Pressure and Biotechnology*, 89-100 (Eds.) C. Balny, R. Hayashi, K. Heremans and P. Masson. John Libbey Eurotext, Montrouge.
- Matthews J. E., Dow R. B. y Anderson, A. K. 1940. The effects of high pressure on the activity of pepsin and rennin. *Journal of Biological Chemistry*, 135, 697-705.
- Matuck, A. T. R., Hirsch, A. 1947. Further observations on an inhibitory substance (nisin) from lactic streptococci. *The Lancet*, 2, 5-8.
- Mermelstein N. H. 1997. High-pressure processing reaches the U.S. market. *Food Technology* 51 (6).
- Mertens, B. A. 1993. Packaging aspects of high-pressure food processing technology. *Packaging Technology and Science*, 6, 31-36.
- Mertens, B. 1995. Hydrostatic pressure treatment of food: equipment and processing. En *New methods of food preservation*, 135-158 (Ed.) Gould G. W. Chapman and Hall, London.
- Messens W. y Huyghebaert A. 1996. Brining of cheese curd under high pressure. Book of Abstracts of FLAIR-Flow Europe Symposium. High Pressure Processing of Foods. Colonia.
- Messens W. y Huyghebaert A. 1997. Progress Report, EC-AIR Prog. n° 1113, Bruselas.
- Metrick C., Hoover D. G., y Farkas D. F. 1989. Effects of high hydrostatic pressure on heat-resistant and heat-sensitive strains of *Salmonella*. *Journal of Food Science*, 1989, 54 (6), 1547-1549, 1564.
- Miyama K., Sakakibara S., Okamoto T. 1992. High pressure treatment of polished rice for Sake brewing: properties of pressurized rice as a raw material. En *High Pressure and Biotechnology*, 357-360 (Eds.) C. Balny, R. Hayashi, K. Heremans and P. Masson (Eds.) John Libbey Eurotext, Montrouge.
- Mohsenin N. M. 1986. Physical properties of plant and animal materials. Structure, physical characteristics and mechanical properties. Gordon and Breach Science Publishers.
- Molander E., Kristiansen K. R. y Werner H. 1990. Instrumental and sensory measurement of Brie texture. *Milchwissenschaft*, 45 (9), 589-593.
- Montilla A., Balcones E., Olano A. y Calvo M. A. 1995. Influence of heat treatments on whey protein denaturation and rennet clotting properties of cow's and goat's milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 1908-1911.
- Montville T. J., Winkowski K. y Ludescher R. D. 1995. Models and mechanisms for bacteriocin action and application. *International Dairy Journal*, 5, 797-814.

- Moran L., Rowe M. T. y Hagan J. 1990. The effect of various heat activation treatments on fast, intermediate and slow germinating spores of *Bacillus* spp. *Letters in Applied Microbiology*, 10, 43-46.
- Morild, E. 1981. The theory of pressure effects on enzymes. *Advances in protein chemistry*, 34, 93-166.
- Mor-Mur M., Carretero C., Pla R. y Guamis B. 1992. A survey on the microbiological quality of a semi-soft on-farm manufactured goat cheese. *Food Microbiology*, 9, 345-352.
- Mor-Mur M., Pla R., Ponce E. y Yuste J. 1997. High pressure processing in poultry meat and egg products. *Proceedings of Cost Action 1997. Status and prospects of decontamination and preservation of poultry and egg products. Ploufragan*, 25-26 Noviembre, 1996 (en prensa).
- Moro, I., R. Massó, J. M. Oliva, C. Carreño. 1990. Estudio de la calidad sanitaria del queso fresco elaborado en las comarcas barcelonesas. Comunicación a la VII Reunión Científica de Microbiología de alimentos, SEM. Barcelona.
- Mozhaev V. V., Heremans, K., Frank, J., Masson, P., Balny, C. 1994. Exploiting the effects of high hydrostatic pressure in biotechnological applications. *Tibtech*, 12, 493-501.
- Mozhaev V. V., Lange R., Kudryashova E. V. y Balny C. 1996. Application of high hydrostatic pressure for increasing activity and stability of enzymes. *Biotechnology and Bioengineering*, 52, 320-331.
- Nakagami T., Shigehisa T., Ohmori T., Taji S., Hase A., Kimura T. y Yamanishi, K. 1992. Inactivation of herpes viruses by high hydrostatic pressure. *Journal of Virological Methods*, 38, 255-262.
- Nakamura H. S. y Syukunobe, Y. 1993. Production of low antigenic whey protein hydrolysates by enzymatic hydrolysis and denaturation with high pressure. *Milchwissenschaft*, 48(3), 141-145.
- Nishi K., Kato R. y Tomita M. 1994. Activation of *Bacillus* spp. spores by hydrostatic pressure. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 41(8), 542-549.
- Núñez M., Chavarrí F. J., García B. E. y Gaytán L. F. 1986. The effect of lactic starter inoculation and storage temperature on the behaviour of *Staphylococcus aureus* and *Enterobacter cloacae* in Burgos cheese. *Food Microbiology*, 3, 235-242.
- Olarte C., Sanz S., Torre P., Barcina Y. y Lomas C. 1995. El queso de Cameros. Recuperación y caracterización de un producto riojano tradicional. *Alimentaria*, 263 (6), 97-101.
- Okamoto M., Hayashi R., Enomoto A., Kaminogawa S. y Yamauchi, K. 1991. High-pressure proteolytic digestion of food proteins: selective elimination of β -lactoglobulin in bovine milk whey concentrate. *Agricultural and Biological Chemistry*, 55 (5), 1253-1257.
- Olarte C., Sanz S., Torre P., Barcina Y. y Lomas C. 1995. El queso de Cameros. Recuperación y caracterización de un producto riojano tradicional. *Alimentaria*, 263, 97-101.
- Ohmiya K., Fukami K., Shimizu S. y Gekko K. 1987. Milk curdling by rennet under high pressure. *Journal of Food Science*, 1987, 52 (1), 84-87.

- Ohmori T. 1993. High pressure effects on biomembranes. En: High pressure bioscience and food science. (Ed.) Hayashi, R. San-Ei, Kyoto
- Ohnishi Y., Ono T., Shigehisa T. y Ohmori T. 1993. Effect of high hydrostatic pressure to muscle larvae of *Trichinella spiralis*. En: High pressure bioscience and food science. (Ed.) Hayashi, R. San-Ei, Kyoto.
- Orden de 29/11/85 por la que se aprueban las Normas de Calidad para Quesos y Quesos Fundidos destinados al mercado interior. BOE núm. 292, 6 diciembre 1985.
- Oscroft C.A., Banks J.G. y McPhee S. 1990. Inhibition of thermally-stressed *Bacillus* spores by combinations of nisin, pH and organic acids. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 23 (6), 538-544.
- Osumi M., Yamada N., Sato M., Kobori H., Shimada S. y Hayashi R. 1992. Pressure effects on yeast cell ultrastructure: change in the ultrastructure and cytoskeleton of the dimorphic yeast, *Candida tropicalis*. En: High Pressure and Biotechnology, 9-18. (Eds.) C. Balny, R. Hayashi, K. Heremans and P. Masson. John Libbey Eurotext, Montrouge.
- Orake T., Mori H., Kawabata T., Izumoto Y., Nishimura H., Oishi I., Shigehisa T. y Ohno H. 1997. Effects of high hydrostatic pressure treatment on HIV infectivity. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 233-236. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Otero A., García M. C., García M. L., Prieto M. y Moreno B. 1988 Behaviour of *Staphylococcus aureus* strains, producers of enterotoxins C₁ or C₂, during the manufacture and storage of Burgos cheese. *Journal of Applied Bacteriology*, 64, 117-122.
- Otero L., Sanz P. D., de Elvira C. y Carrasco J. A. 1997. Modelling thermodynamic properties of water in the high-pressure-assisted freezing process. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 347-350. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Oxen P. y Knorr D. 1993. Baroprotective effects of high solute concentrations against inactivation of *Rhodotarula rubra*. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 26, 220-223.
- Papneau A. M., Hoover D. G., Knorr D. y Farkas D.F. Antimicrobial effect of water-soluble chitosans with high hydrostatic pressure. *Food Biotechnology*, 5(1), 45-57.
- Patterson M. F., Quinn M., Simpson R. y Gilmour A. 1995a. Effects of high pressure on vegetative pathogens. En: High pressure processing of foods, 47-64. (Eds.) Edward L. A., Johnston D. E., Farnshaw R. G. y Hasting A. P. M. Nottingham University Press, Leicestershire.
- Patterson M. F., Quinn M., Simpson R. y Gilmour, A. 1995b. Sensitivity of vegetative pathogens to high hydrostatic pressure treatment in phosphate-buffered saline and foods. *Journal of Food Protection*, 58(5), 524-529.
- Patterson M. F. y Linton M. 1997. Effect of ultra-high pressure on the thermal resistance of *E. coli* 0157:H7. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 269-272. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Payens T.A.J. y Heremans K. 1969 Effect of pressure on the temperature-dependent association of b-casein. *Biopolymers*, 8, 335-345.

- Perche P.-Y., Cléry C., Richard M., Masson P. y Michel P. 1997. Inactivation of Rift Valley Fever Virus type clone 3 by hydrostatic pressure. Book of Abstracts of the 35th Meeting on High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry of the EHPRG. Reading, 1997.
- Peterkin P. I., Sharpe A. N. y Warburton D. W. 1985. Effect of homogenization procedures on *Escherichia coli* counts in naturally contaminated cheese. *Canadian Journal of Microbiology*, 31, 180-182.
- Pittia P., Witde P. J. y Clark D. C. 1997. The effect of high-pressure treatment on functional properties of β -casein and β -lactoglobulin. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 355-358. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven
- Ponce E., Pla R., Capellas M., Gervilla R. y Guamis B. 1996. Texture and microstructure of egg gels formed under high hydrostatic pressure at low temperature. Proceedings of the EFFoST Meeting, Minimal processing of foods. High pressure processing of foods, Colonia
- Ponce E., Pla R., Capellas M., Mor-Mur M. y Guamis B. 1997. Inactivación de *Salmonella enteritidis* en huevo líquido mediante alta presión hidrostática. Comunicación al XVI Congreso de la SEM, Barcelona.
- Pontes L., Fornells L. A., Gringo V., Araujo J. R.V., Sepulveda A., Villas-Boas M., Bonafe C. F. S. y Silva J. L. 1997. Pressure inactivation of animal viruses: potential biotechnological applications. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 91-94. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Porretta S., Birzi A., Ghizzoni C. y Vicini E. 1995. Effects of ultra-high hydrostatic pressure treatments on the quality of tomato juice. *Food Chemistry*, 52, 35-41.
- Rademacher B. y Kessler H. G. 1997. Inactivation of microorganisms and enzymes in pressure-treated raw milk. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 291-294. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Raffalli J., Rosec J.-P., Carlez A., Dumay E., Richard N. y Chefel J.-C. 1994. Stress et inactivation par haute pression de *Listeria innocua* introduites dans une crème lactière. *Sciences des Aliments*, 1994, 14, 349-358
- Ramkumar C., Creamer L. K., Johnston K. A. y Bennet R. J. 1997. Effect of pH and time on the quantity of readily available water within fresh cheese curd. *Journal of Dairy Research*, 64 (1), 123-134
- Ray, B. 1992. Nisin of *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* as a food biopreservative. En: Food biopreservatives of microbial origin, 207-264. Ed. CRC Press
- Real Decreto 1679/1994 por el que se establece las condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos. BOE núm. 229, 24/9/1994.
- Reddy N. R., Solomon H. M., Rhodchamel E. J., Balasubramaniam V. M., Fingerhut G. A. y Palianappan S. 1997. Inactivation of *Clostridium botulinum* type E spores by high pressure processing. IFT Annual Meeting, Book of Abstracts, 46 (20-1).
- Reps A., Kolakowski P. y Dajnowiec F. 1997. The effect of high pressure on microorganisms and enzymes of ripening cheeses. Book of Abstracts of the 35th

Meeting on High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry of the EHPRG, Reading.

Richard J. 1996. Utilisation de bactériocines pour la production d'aliments plus sûrs: mythe ou réalité? *Le Lait*, 76, 179-189.

Roberts C.M. y Hoover D.G. 1996. Sensitivity of *Bacillus coagulans* spores to combinations of high hydrostatic pressure, heat, acidity and nisin. *Journal of Applied Bacteriology*, 81, 363-368.

Roessler C., Pangborn R. M., Sidel J. L. y Stone H. 1978. Expanded statistical tables for estimating significance in paired-preference, paired-difference, duo-trio and triangle tests. Citado en: Jellinek G. 1985. Sensory evaluation of food. Theory and practice. Ed. Ellis horwood, Chichester.

Rodríguez J. M. 1996. Revisión: espectro antimicrobiano, estructura, propiedades y modo de acción de la nisina, una bacteriocina producida por *Lactococcus lactis*. *Food Science and Technology International*, 2, 61-68.

Rohm H. y Lederer H. 1992. Uniaxial compression of swiss-type cheese at different strain rates. *International Dairy Journal*, 2, 331-343.

Rosenberg M., Wang Z., Sulzer G. y Cole P. 1995. Liquid drainage and firmness in full-fat, lowfat, and fat-free cottage cheese. *Journal of Food Science*, 60 (4), 698-702.

Rosenthal I., Rosen B. y Bernstein S. 1996. Surface pasteurization of cottage cheese. *Milchwissenschaft*, 51, 4, 198-201.

Rovere P., Gola S., Maggi A., Scaramuzza N. y Miglioli L. 1997. Studies on bacterial spores by combined high-pressure heat treatments: possibility to sterilize low acid foods. Book of Abstracts of the 35th Meeting on High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry of the EHPRG, Reading.

Rubens P., Goeseens K. y Heremans K. 1997. Pressure induced gelatinisation of different starch types: a FTIR study. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology 191-194. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.

Rusell N.J., Evans R. J., ter Steeg P.F., Hellemons J., Verheul A. y Abec T. 1995. Membranes as a target for stress adaptation. *International Journal of Food Microbiology*, 1995, 28, 255-261.

Santos J. A., López-Díaz T. M., García-Fernández M. C., García-López M. L. y Otero A. 1995. Antibacterial effect of lactoperoxidase system against *Aeromonas hydrophila* and psychrotrophs during the manufacturing of the Spanish sheep fresh cheese Villalón. *Milchwissenschaft* 50, 12, 690-692.

Sendra, E., Mor-Mur, Pla R., Capellas M., Trujillo A. y Guamis B. 1994. Envasado de queso fresco en atmósferas modificadas. *Alimentaria* 250, 33-37.

Scarlata S. F. y Rebecchi M. 1997. Use of high pressure to investigate the action of phospholipases on membrane surfaces. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 167-170 (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven

Schrader K. y Buecheim W. 1995. High pressure effects on the colloidal calcium phosphate and the structural integrity of micellar casein in milk. Abstracts of the International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology, Kyoto.

- Schrader K. y Buchheim W. High pressure effects on mineral equilibria and protein interactions in milk. 1997. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 411-414. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Sendra E., Mor-Mur M., Pla R., Capellas M., Trujillo A y Guamis B. 1994. Envasado de queso fresco en atmósferas modificadas. *Alimentaria*, 250, 33-37.
- Seyderhelm I., Boguslawski S., Michaels G. y Knorr D. 1996. Pressure induced inactivation of selected food enzymes. *Journal of Food Science*, 61, 308-310.
- Shibauchi Y., Yamamoto H. y Sagara, Y. 1992. Conformational change of casein micelles by high pressure treatment. En: High Pressure and Biotechnology, 239-242. (Eds.) C. Balny, R. Hayashi, K. Heremans and P. Masson. John Libbey Eurotext, Montrouge
- Shimada K. 1992. Effect of combination treatment with high pressure and alternating current on the lethal damage of *Escherichia coli* cells and *Bacillus subtilis* spores. En: High Pressure and Biotechnology, 49-52. (Eds.) C. Balny, R. Hayashi, K. Heremans and P. Masson. John Libbey Eurotext, Montrouge, France.
- Shimada S., Andou M., Naito N., Yamada N., Osumi M., Hayashi R. 1993. Effects of hydrostatic pressure on the ultrastructure and leakage of internal substances in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 40, 123-131.
- Silva J. L., Luan P., Glaser M., Voss E. W. y Weber G. 1992. Effects of hydrostatic pressure on a membrane-enveloped virus: high immunogenicity of the pressure-inactivated virus. *Journal of Virology*, 66(4), 2111-2117.
- Silva J. L. y Weber G. 1988. Pressure-induced dissociation of bromo mosaic virus. *Journal of Molecular Biology*, 199, 149-159.
- Sims G. R., Glenister D. A., Brocklehurst T. F. y Lund B. M. 1989. Survival and growth of food poisoning bacteria following inoculation into cottage cheese varieties. *International Journal of Food Microbiology*, 9, 173-195.
- Singh H. 1993. Heat-induced interactions of proteins in milk. En Protein and fat globule modifications by heat treatment, homogenization and shear technological means for high quality dairy. IDF Special issue n°. 9303.
- Sionneau M., Vasseur J., Bouix M. y Pontvianne P. M. 1997. Continuous high pressure treatment of milk. En: High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 451-454 (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Smeller L., Goossens K., Heremans K. 1995. Determination of the secondary structure of proteins at high pressure. *Vibrational Spectroscopy*, 8, 199-203.
- Smelt J. P. P. M. y Rijke G. G. F. 1992. High pressure treatment as a tool for pasteurization of foods. En: High Pressure and Biotechnology, 361-364. (Eds.) C. Balny, R. Hayashi, K. Heremans and P. Masson. John Libbey Eurotext, Montrouge, France.
- Smelt J. P. P. M. 1993. High pressure inactivation of microorganisms: possible mechanisms of inactivation. Progress Report, EC-AIR Prog n° 296, Bruxelles.
- Sojka B. y Ludwig H. 1994. Pressure-induced germination and inactivation of *Bacillus subtilis* spores. *Pharm. Ind.*, 56(7), 660-663.

Spahr U y B. Uri 1994 Behaviour of pathogenic bacteria in cheese - A synopsis of experimental data. Bulletin of FIL-IDF 298

Stapelheldt H, Moller R. E y Skibsted L. H 1997 Kinetics of refolding of β -lactoglobulin after high-pressure treatment measured by reactivity towards Ellman's reagent. Book of Abstracts of the 35th Meeting on High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry of the EHPRG Reading, 1997

Stevens K A, Sheldon B W, Klapes N A y Klaenhammer, T R 1991 Nisin treatment for inactivation of *Salmonella* species and other Gram-negative bacteria. Applied and Environmental Microbiology, 57 (12), 3613-3615

Stewart C M, Dunne C P and Hoover D G 1997 Inoculated pack studies to determine the effectiveness of high hydrostatic pressure, heat and nisin on inhibiting outgrowth of *Clostridium sporogenes* PA3679 spores. IFT Annual Meeting, Book of Abstracts, 47 (20-4)

Styles M F, Hoover D G y Farkas D F 1991 Response of *Listeria monocytogenes* and *Vibrio parahaemolyticus* to High Hydrostatic Pressure. Journal of Food Science, 56(5), 1404-1407

Suzuki A, Watanabe M y Ikeuchi Y 1993 Effects of high-pressure treatment on the ultrastructure and thermal behaviour of beef intramuscular collagen. Meat Science, 35, 17-25

Szczawinski J, Stanczak B, Szczawinska M, Fonberg-Broczek M, Arabas J y Szczepek J 1996 Effect of high pressure on survival of *Listeria monocytogenes* in ripened, sliced cheeses at ambient temperature. En High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 295-298 (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven

Takahashi K 1992 Sterilization of microorganisms by hydrostatic pressure at low temperature. En High Pressure and Biotechnology, 303-308 (Eds.) C. Balny, R. Hayashi, K. Heremans and P. Masson. John Libbey Eurotext, Montrouge

Tanaka T y Hatakana K 1992 Application of hydrostatic pressure to yogurt to prevent its after-acidification. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 39(2), 173-177

Tanaka T y Hatanaka K 1993 Effect of high pressure treatment to prevent the after-acidification of yogurt. En High pressure bioscience and food science. Hayashi R (Ed.), San-Ei, Kyoto

Taoukis P S, Panagiotidis P, Stoforos N G, Butz P, Fister H y Tauscher B 1997 Kinetics of vitamin C degradation under high pressure-moderate temperature processing in model systems and fruit juices. Book of Abstracts of the 35th Meeting on High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry of the EHPRG Reading, 1997

Tauc P, Mateo C R y Brochon J-C 1997 Pressure effects on the lateral distribution of cholesterol in lipid bilayers: a time resolved fluorescence study. En High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology, 171-174 (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven

Tauscher, B 1995 Pasteurization of food by hydrostatic high pressure: chemical aspects. Lebensmittel Untersuchung und Forschung, 200, 3-13

- Timson W. J. y Short A. J. 1965. Resistance of Microorganisms to Hydrostatic Pressure. *Biotechnology and Bioengineering*, 7, 139-159.
- Tonello C., Largeteau A., Jolibert F., Deschamps A. y Demazeau G. 1992. Pressure effect on microorganisms and immunoglobulins in bovine colostrum. En: *High Pressure and Biotechnology*. C. Balny, R. Hayashi, K. Heremans and P. Masson (Eds). John Libbey Eurotext, Montrouge, France.
- Tonello C., 1997. Hautes pressions: la montée en puissance. *Cahiers des Industries Alimentaires*, 40 (5), 22-31
- Torres-Mora M.A., Soeldner A., Ting E.Y., Hawes A.C.O., Alemán G.D., Bakshi G.S., McManus W.R., Hansen C.L. y Torres J.A. 1996. Early microstructure changes in cheddar cheese and the effect of ultra high pressure curd processing. *Book of Abstracts of 1996 IFT Annual Meeting*, p.9, New Orleans.
- Tramer J. y Fowler G. G., 1964. Estimation of nisin in foods. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 15 (8), 522-528.
- Trujillo A.J. 1996 Tesis Doctoral. Procesos de proteólisis primaria que intervienen en la maduración del queso de cabra. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Trujillo A.-J., Ferragut V., Gervilla R., Capellas M., Guamis B. 1997 High hydrostatic effects on milk and milk products. *Recent Research Developments in Agricultural and Food Chemistry*, 1, 137-159.
- Ubach, M., A Miguel and P. Puig. 1991. Aislamiento de *Listeria monocytogenes* y *Listeria* spp. en queso fresco pasteurizado y requesón. *Alimentaria*, 223, 45-46.
- Van Camp J. y Huyghebaert A. 1995. A comparative rheological study of heat and high pressure induced whey protein gels. *Food Chemistry*, 54(4), 357-364.
- Van Camp J., Messens W., Clément J. y Huyghebaert A. 1997. High pressure-induced gel formation of whey proteins. En: *High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology*, 359-362. (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Vermeulen G. y Heremans K. 1997. FTIR study of pressure and temperature stability of proteins in emulsions and reversed micelles. En: *High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology*, 67-70 (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Verroens P., Hauben K. y Michiels C. 1997. Acquired resistance of microorganisms to inactivation by high hydrostatic pressure. *Book of Abstracts of the 35th Meeting on High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry of the EHPRG*. Reading
- Westhoff D.C. 1981. Microbiology of ultrahigh temperature milk. *Journal of Dairy Science*, 64 (1), 167-173.
- Winter R. y Czeslik C. 1997. Lateral organization and phase behaviour of phospholipid mixtures at high pressure. En: *High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology*, 163-166 (Ed.) K. Heremans. Leuven University Press, Leuven.
- Wong P. T. T., Saint Girons L., Guillou Y., Cohen G. N., Barzu, O., Mantsch H. H. 1989. Pressure-induced changes in the secondary structure of the *Escherichia coli* methionine repressor protein. *Biochimica et Biophysica Acta*, 996, 260-262.

Wong P.T.T. y Armstrong D.W. 1992. FTIR spectroscopic kinetics analysis of alkaline phosphatase under hyperbaric manipulation. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1159, 237-242.

Yashuda A. y Mochizuki K. 1992. The behaviour of triglycerides under high pressure: the high pressure can stably crystallize cocoa butter in chocolate. En: *High Pressure and Biotechnology*, 255-260. (Eds.) C. Balny, R. Hayashi, K. Heremans and P. Masson. John Libbey Eurotext, Montrouge, France.

Yiu S. H. 1985. A Fluorescence microscopic study of cheese. *Food Microstructure*, 4, 99-106.

Yokohama H., Sawamura N. y Motobayashi N. 1993. Method for ripening cheese under high pressure. United States Patent Number 5180596.

Yoshioka K., Kage Y. y Omura H. 1992. Effect of high pressure on texture and ultrastructure of fish and chicken muscles and their gels. En: *High Pressure and Biotechnology*, 325-328. (Eds.) C. Balny, R. Hayashi, K. Heremans and P. Masson. John Libbey Eurotext, Montrouge.

Yuste J., Mor-Mur M., Capellas M., Guamis B. y Pla R. (en revisión). Microbiological quality of mechanically-recovered poultry meat treated with high hydrostatic pressure and nisin. *Food Microbiology*.

Zobell C. E. y Cobet A. B. 1962. Filament formation by *E. coli* at increased hydrostatic pressures. *Journal of Bacteriology*, 87(3), 710.

Zoon P. 1991. The relation between instrumental and sensory evaluation of the rheological and fracture properties of cheese. En: *Bulletin of the International Dairy Federation* nº 268.

Zottola E. A., Yezzi T. L., Ajao D. A. y Roberts R. F. 1994. Utilization of cheddar cheese containing nisin as an antimicrobial agent in other foods. *International Journal of Food Microbiology*, 24, 227-238.

1500494270
T 02/1203

