

Acción del frío (Criolisis) en carnes de Bovino

Posibilidad de su interpretación por algunos procedimientos físicos

Por el Dr. LIBERTARIO J. BREGANTE

Profesor Agregado, Jefe de Trabajos Prácticos del I. de Fisiología
de la F. Veterinaria

PRESENTACION DEL PROBLEMA

La conservación del alimento cárneo por medio del frío se realiza desde antaño. El frío natural es aplicado en las regiones que su clima lo permite.

Gran importancia adquirió la congelación de las carnes como procedimiento de conservación, cuando Perkins (1835), Carré (1859) y especialmente Ch. Tellier (1876) aplicando el principio físico de la expansión adiabática, consigue la producción económica y en gran escala del frío. Sucedió para nuestro país, en su carácter de productor de carnes, que tal hallazgo modificó la ganadería de otrora pasando a planos superiores de selección y refinamiento por una encomiable orientación zootécnica, dirigida a contemplar el mercado exterior. (1 y 17).

Todos los procedimientos de conservación de carnes adolecen en principio porque determinan modificaciones, en variable coeficiente, en los tejidos comestibles.

En este estudio interesa exclusivamente el efecto del frío cuando es aplicado en reses vacunas, recientemente faenadas; lo que se llama corrientemente refrigeración y que el Congreso Internacional de Toulouse propone se llame frigorificación.

El fenómeno de maduración de las carnes o autólisis aséptica o sea aquel en que las cualidades organolépticas se benefician, constituyen modificaciones naturales post-mortem (catepsinas de Willstätter. 4) en los seres organizados superiores y que el hombre acostumbra aceptar gustoso, como alimento cárneo en el que suceden las primeras etapas de un fenómeno extenso y complejo: la descomposición cadavérica (Ch. Richet, Kühne. 5 y 6). La costumbre de cada pueblo determina a su paladar, el grado de maduración cárnea. Son los fenómenos enzimáticos los que gobiernan la maduración y quedan paralizados toda vez que se

aplica algún proceder de conservación; mejor dicho, suspendidos o sustituidos por otros menos conocidos, causales del envejecimiento cárneo. Los más comunes son: salazón, desecado, cocimiento, esterilización al autoclave, frigorificación en las formas de chilled o frozen (1). La cinemática de los enzimas de la maduración cárnea presenta una curva óptima para la temperatura, ya que el exceso o defecto térmico detiene el desenvolvimiento químico. Esto de por sí fundamenta algunos de los métodos de conservación alimenticia.

Estando siempre con la frigorificación, es prudente no olvidar el freno que representa a la pululación microbiana, factor no despreciable en la conservación; pero por su índole ajena al estudio lo excluyo desde ahora.

Los expertos en frigorificación de carnes conocen que la velocidad e intensidad de la congelación, lenta o rápida, alta o baja; causan las perturbaciones experimentadas por la célula y traducible en el momento de la descongelación por la salida de un líquido con apariencia sangui-nolenta, en cantidad variable y que ofrece a las carnes aspecto desagradable. Cuando la frigorificación se realiza en buenas condiciones de intensidad y velocidad presentan entonces la apariencia de recién faenadas. La "exudación" o "jugo" de las carnes descongeladas puede llegar en algunos casos hasta el 20% del peso inicial del trozo cárneo. En cambio, cuando la frigorificación es realizada a temperaturas eutécticas o al menos al valor de las condiciones requeridas de velocidad e intensidad, la carne en la próxima descongelación presentará un mínimo de jugo. Además la durabilidad post-descongelativa aumenta, es decir, que la conocida putrefacción verde, de índole enzimática, con poco amoníaco y un pH menor de 7, suele demorarse y para el consumidor son condiciones inmejorables.

La proporcionalidad de agua tisular, variable con el sexo, edad y preparación del animal, es de tenerla en cuenta durante la congelación, dado que la evaporación durante la estada en cámara oscila por una u otra condición (21).

Particularmente las manipulaciones de frigorificación de las reses, peces y vegetales es un problema de acondicionamiento de aire, como está probado experimentalmente con el uso del CO² en pequeña proporción, agregado al ambiente de la cámara enfriadora.

La exudación o jugo se explica como originado por la rotura de las citomembranas por infinidad de "pequeñas agujas de hielo", constituidas a expensas del agua protoplasmática y que al producir microcortes en la membrana celular, dejan escapar a su través, el sarcoplasma de la fibrilla muscular. Corresponde esta manera de pensar a la teoría de Masimov (1912), ampliada por Lepeschkin (1924), dada para explicar la muerte de la célula por congelación y descongelación (R. B. Haines 1938).

De acuerdo a la teoría mecánica de Masimov, transcribiré literalmente algunas opiniones:

"...la congelación lenta favorece la salida de agua de hidratación de los tejidos, la que se congela en forma de cristales puntiagudos, que hieren los tejidos..." (9).

"...se podrá también comparar lo que pasa en las carnes congeladas después del calentamiento, aún lento: aquí igualmente la exudación es muy importante, la ternura llega al máximo sin que sea necesario hacer intervenir otras explicaciones que los fenómenos puramente físicos, fusión de cristales de hielo, imbibición y maceración de las fibras musculares, particularmente dislocadas durante la congelación".

"...La congelación no puede ser manejada sino acelerando o retardando la solidificación del agua libre en el mioplasma. El enfriamiento rápido parece favorecer la formación de cristales de pequeñas dimensiones, respetando la integridad de los tejidos se constató, en efecto, la existencia de gruesos cristales muy netamente visibles y aislables, al mismo tiempo importantes modificaciones tisulares, ablandamiento, estallido y aplastamiento de las fibras". (6)

De mi parte me pregunto: ¿en el mismo sarcolema de las miofibrillas, cuyo espesor es sólo de 1 micra, y de aspecto homogéneo e hialino, se formarán también microscópicos cristales de hielo?

La frigorificación de las carnes es función de los valores del tiempo y la temperatura, como ya se indicó. También estaría de acuerdo con la teoría comentada, la velocidad de crecimiento del cristal de hielo indicada por Tammann (16) y que es a $-9^{\circ}\text{C.} = 10\text{ cm. sg}^{-1}$ y en consecuencia, su talla definitiva (17.^a) y para una misma temperatura, es directamente proporcional al tiempo. Así tenemos que para temperaturas iguales y bajas, los cristales serán mayores cuanto mayor es el tiempo transcurrido. Ejemplo: sean dos medias reses compañeras y enfriadas al límite de -1°C. ; cuanto mayor velocidad de enfriamiento, es decir, frío intenso y escaso tiempo, los cristales serán pequeños en talla con relación a lo que sucede en la otra res, que fué enfriada con poco frío y lentamente.

Otros autores piensan de un modo distinto y nos dan experimentos importantes así: Künhe (1864) (18) probó la supervivencia del protoplasma después de congelación eutéctica de -14°C. Klinké (1938) (24) prueba la resistencia de células neoplásicas a la temperatura de -196°C. en atmósfera de nitrógeno. Carrel indica la temperatura de -2°C. como la óptima para la conservación de inertos humanos. Los estudios de Borodine de Harvard, sobre anabiosis para el transporte de peces congelados en bloques de hielo, con el fin de poblar lagos de Rusia.

El estudio histológico de carnes congeladas nos indican precisamente que los cristales de hielo (cortes N.º 2) se forman exteriormente de la fibra muscular, en los espacios interfibrilares. Asimismo es posi-

ble observarlos con facilidad, en la superficie libre de la res congelada. La evaporación en ambiente frío se produce intensamente los primeros días, luego oscila y posteriormente continúa decreciendo como fué expresado gráficamente en un trabajo anterior (21). La morfología de la miofibrilla congelada, al parecer se presenta íntegra, pues las más finas peculiaridades, las estriaciones aún son visibles. Si tales formas histológicas del protoplasma muscular, de por sí sumamente delicadas, se conservan durante el fenómeno de la congelación, ¿cómo es posible pensar en los groseros cristales de hielos que hasta rompen las membranas? (Ver microfotografía N.º 1, 2 y 3 y sus explicaciones). En provecho de esta condición de la congelación, cual es dar estabilidad morfológica intracelular, algunos procedimientos de fijación tisular en la práctica histológica, son su fundamento: Altmann (1894) congela y evapora 'in vacuo' a temperaturas eutécticas y consigue delicadas formas intracelulares.

La frigorificación de las carnes no es un modo especial de estabilizar los tejidos en condiciones previstas como parecería entenderse por lo dicho anteriormente. Todo lo contrario, con el transcurso del tiempo de conservación en el frío, la res o trozo cárneo sufre cambios perjudiciales; es decir que las propiedades organolépticas decrecen. Las transformaciones groseras que las carnes sufren por congelación prolongada (después de los 45 días) son: color lacre, a veces con mucho de negro; de aspecto esponjoso y consistencia elástica; se desmenuza a la presión de los dedos como si fuera amianto, impresiona su poca densidad (después de 9 meses de congelación a -10° C. un trozo de carne experimentó una pérdida equivalente a 50% de su peso inicial) y por lo tanto, colocado el trozo en el agua, flota aún después de varios días. En terminología fabril a tal estado de las carnes congeladas se aplica el nombre de "carne quemada". Veámos lo que dice H. Bouley (6):

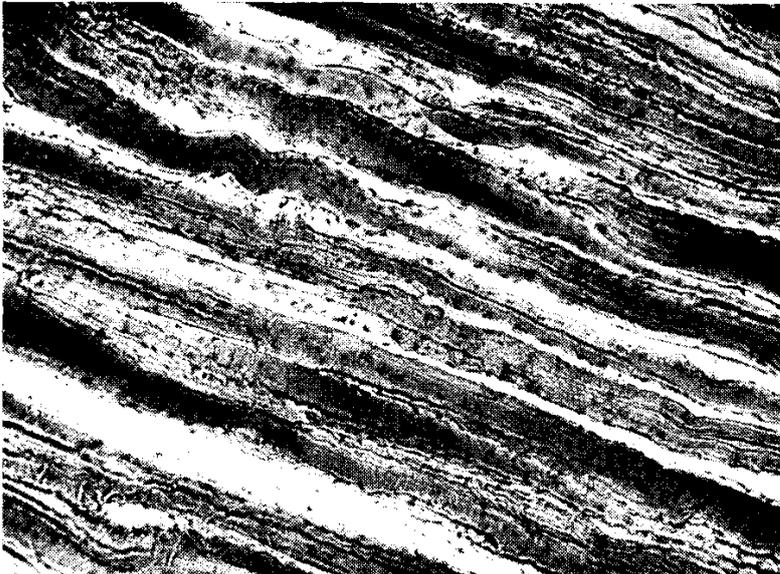
"...a medida que el tiempo de conservación se prolonga, la "tendreté" de las carnes se exagera gradualmente y hacia el fin del segundo mes su sabor da lugar a una sensación que recuerda la idea de una materia grasa".

Vistas estas consideraciones sobre las transformaciones sufridas durante la congelación y su proporcionalidad directa al tiempo, conviene agregar que los cristales de hielo no aumentan volumétricamente de modo indefinido como se creería; sino que su tamaño es fijo; el protoplasma cárneo no posee más agua líquida para la agregación cristalina. ¿Entonces, si los cristalitos no crecen de manera indefinida, cómo es posible explicar conforme a la teoría de las agujas de hielo, las modificaciones cada vez mayores, hasta la de "carne quemada?".

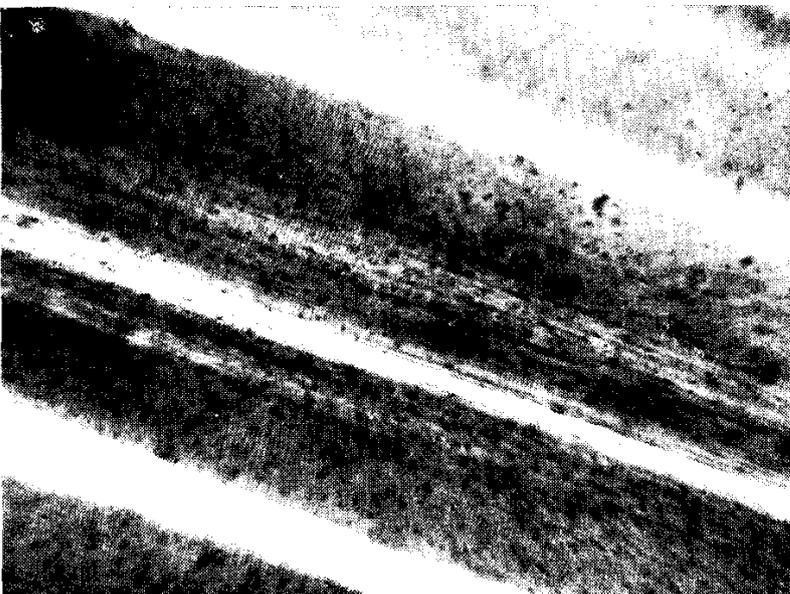
Por lo tanto se debe sospechar que la congelación de la carne no es un simple fenómeno físico, a límite definido como lo es para otras sustancias; sino un fenómeno amplio y profundo, que no se detiene con el frío. La atmósfera de CO² en cámaras de congelamiento a tem-



Fotomicrografía No. 1



Fotomicrografía No. 2



Fotomicrografía No. 3

INTERPRETACION DE LAS FOTOMICROGRAFIAS

Las tres fotomicrografías corresponden a cortes histológicos del músculo diafragma del bovino tomados lo más próximo uno del otro con el objeto de conservar la similitud tisular. Coloración simple de h. y eosina, realizada en el Instituto de Anatomía Patológica y Parasitología de la F. de Veterinaria.

N.º 1. — Pequeño aumento. Tejido muscular fresco. Nótese las ondulaciones y apretamiento de sus fibras; pues en el momento de ser fijado aún conservaba su contractibilidad. Se observa la distribución regular de los núcleos en la periferia de cada fibrilla. La coloración es uniforme en toda la preparación.

N.º 2 — El mismo aumento que la anterior. Tejido muscular congelado a -11º C. durante 30 días. Las ondulaciones ahora son grandes, groseras. Se observa pronunciado distanciamiento entre las fibras y el tejido conectivo interfibrilar no se presenta definido. Los núcleos del muscular ahora se hallan repartidos por todos lados. La coloración no es uniforme, se ven, para una misma fibra, zonas de mayor tinción.

N.º 3. — El mismo corte anterior (N.º 2) a inmersión. Lo más importante en esta preparación, es la comprobación, en cada fibra muscular de su integridad citológica, y en forma evidente se observan en cada fibra muscular, sus "estriaciones". Obsérvese la uniformidad y el paralelismo de estas estriaciones.

COMENTARIO

Especialmente en esta fotomicrografía de músculo congelado, es factible comprender, por la conservación de sus delicadas "estriaciones", la ausencia en éstas de interrupciones o roturas y cuyo significado elocuente es la no acción de los cristales de hielo. Solamente desde lo histológico, podemos sostener la conservación de la integridad morfológica de las fibrillas musculares que hubieren sufrido la acción del frío y, en consecuencia, la teoría mecánica de rotura del sarcolema por cristales puntiagudos, no merece ser aceptada, pues no satisface estas comprobaciones. A su debido tiempo, daré otra interpretación, posiblemente más adecuada con los hechos registrados durante la experimentación.

(Trabajo fotográfico del Dr. L. Barros).

peraturas prudentiales, beneficia el fenómeno y si sólo se trata de congelación no hay razón de su presencia, tan útil para una mejor preparación de carnes, peces o vegetales frigorificados.

Por razones que más adelante desarrollaré y complementadas por trabajos de varios autores, el fenómeno experimentado en carne de vacuno frigorifica, corresponde estudiarlo desde puntos físico-químicos; pues la teoría de Maximov parece insuficiente para la dilucidación del o los fenómenos que nos ocupa.

Con tales antecedentes queda planteado el problema. Su enunciado es: ¿de qué modo y con qué intensidad, el frío es capaz de modificar la constitución protoplasmática de los componentes habituales de la carne: tejido muscular, conjuntivo (11), sanguíneo, etc.?

CONDICIONES DE LA EXPERIENCIA

En octubre de 1938 inicié el presente trabajo. Las disciplinas aplicadas son: tensiometría, viscosimetría y crioscopia. Se usaron aparatos originales y controlados cada poco tiempo. Se cumplieron las condiciones necesarias en la limpieza del instrumental. El número de mediciones llegó a 543. Las muestras de carnes elegidas corresponden a los pilares medianos del diafragma; por ser el músculo más accesible de la res, sin deteriorarla económicamente. El peso varía según edad, sexo y preparación del animal dador y es de 100 a 1.000 gramos después de despojar todo tejido adyacente, innecesario: aponeurosis, arterias, venas, grasa, etc. Destrozado el músculo, se entreveran sus partes, con las que se hacen de 4 a 7 porciones, las que se empapan o enfrascan (con y sin evaporación durante la congelación). Con la primer porción se determinan los valores de referencia de carne sin congelar o sea carne fresca. Luego congelación a temperaturas y tiempos indicados en los cuadros y gráficos correspondientes. Posteriormente, previo calentamiento por irradiación, se exprime en forma lenta y prolongada, en prensa manual. De este modo se consiguen de 20 a 25 cc. de líquido. El líquido exprimido está compuesto de sarcoplasma, linfa, sangre, grasas y le llamaré en lo sucesivo: "plasma cárneo". Luego decantación prolongada usando pipeta, así las partículas groseras no obstruyen las finas tubuladuras. Se usa la porción media de la columna líquida. En seguida se realizan las mediciones indicadas, despreciando sistemáticamente, las fracciones menores de las lecturas.

En presencia de los cuadros y diagramas construídos con los valores hallados, iniciaré el

COMENTARIO

Debo advertir que en el desarrollo de este escrito, intercalo intencionalmente algunos conceptos generales sobre tensión superficial, viscosidad y crioscopia en la seguridad de revivirlos, ya que de otro modo son innecesarios.

TENSIOMETRIA

La tensión superficial es la propiedad general de los líquidos por la cual tienden a disminuir su superficie libre o sea el lugar geométrico o mejor aún, el límite de las fuerzas de cohesión molecular. Débese a Traube (1891) los estudios principales sobre el tema, el que agrupó las distintas sustancias en A), las que tienen la facultad de disminuir o descender (son la mayoría) la t. s. del agua pura considerada físicamente como la unidad. Tales sustancias son llamadas tensioactivas o batótonas, entre las que están: proteínas, lipoides, ácidos grasos, jabones, éteres, alcoholes, aminas, etc.; y en B) las sustancias que aumentan débilmente la t. s. del agua: como ser: proteínas, ácidos y sales minerales.

El mioplasma se caracteriza por su heterogeneidad físico-química, donde la t. s. desempeña funciones vitales.

A) De las mediciones en músculo fresco de bovino, la t. s. fué:

Novillos	en 35 animales	— t. superficial r.	0,713
Vacas	" 15	"	0,695
Terneros	" 9	"	0,712

Valor promedio de la T. S. relativa en 59 animales: 0,706 a 20° C.

B) que los valores parciales de la t. s. oscilan durante los primeros tiempos de congelación, es decir, los componentes del plasma cárneo indican mayor tensioactividad, luego decrecen para llegar al final de la experiencia a un valor siempre alto con relación al inicial.

C) Que los valores de plasma cárneo provenientes de animales enfermos, la t. s. inicial es baja, acusando mayor cantidad de sustancias batótonas (Nov. N.º 12, 14 y 15 y Vaca N.º 7).

D) Que para una misma muestra de carne, en general, los valores de la t. s. aumentan en el transcurso del tiempo de congelación; persuadiendo de este modo de los cambios moleculares del glióide.

Sintetizando el capítulo se dirá: la congelación prolongada del músculo de bovino determina cambios en las sustancias con propiedades batótonas; observable en las curvas construídas con los valores tensioactivos. (Diagrama N.º 1).

VISCOSIMETRIA

La viscosidad es propiedad de los flúidos, caracterizada por el rozamiento interno de las moléculas entre sí. Los valores dados están en relación al agua, tomada como unidad. Excuso decir que los líquidos orgánicos en general tienen un valor superior en viscosidad a la del agua. Se entiende así, si pensamos en las distintas situaciones físico-químicas de la multitud de compuestos protoplasmáticos, entre los que, como las moles proteicas, llegan a tamaños exagerados para el mundo de las moléculas y constituyen agrupaciones corpusculares o mi-

celas coloidales, definidas geométricamente por el análisis roentgenográfico. Para los estados hidrocínéticos de la viscosidad, la forma y el tamaño molecular, son factores importantes, pues ello nos facilitará nuestras explicaciones futuras.

Los valores hallados para la viscosidad relativa en plasma cárneo, proveniente de animales bovinos después de los 60 minutos del sacrificio, resultaron:

Novillos	en 20 animales	la viscosidad r.	1.55
Vacas	" 11 "	" "	1.59

Valor promedio de la v. relativa en 31 animales: 1.57 a 20° C.

Wasilow y Malicki (1930) mencionado por (5), dan para carnes normales y dentro de las 14 horas siguientes al sacrificio de 17 animales, los valores: desde 1.006 hasta 1.019 a 20° C. Estas expresiones numéricas de la viscosidad relativa, son al parecer casi equivalentes a la del agua pura.

Del estudio de la gráfica y cuadros correspondientes, sacamos las conclusiones siguientes:

- a) que la v. r. del plasma cárneo de animales recién faenados toma valores altos, luego descienden en el transcurso del tiempo de congelación.
- b) que en la v. r. de plasmas cárneos de animales enfermos, los valores son muy altos.

Sintetizando este capítulo diré: la congelación prolongada del músculo de bovino determina cambios físicos de las sustancias protoplasmáticas en el sentido de la viscosidad; lo que traduce modificaciones en la arquitectura molecular, probablemente en su tamaño.

CRIOSCOPIA

La crioscopia es un método por el cual se determina la concentración molecular e iónica de las soluciones verdaderas, cuando se aplica la propiedad física de que toda sustancia disuelta obliga a descender con cierta proporcionalidad (leyes de Bragden y Raoult) el punto de congelación característico del disolvente. Por ser el agua el disolvente biológico (también son en parte los lípidos) y ser considerado su punto de solidificación como el Cero Centígrado, todas las soluciones orgánicas acuosas tienen un punto de congelación menor de 0°. Esto no nos indica la composición química del soluto, sino especialmente su equimolecularidad.

Se sabe que el protoplasma es químicamente complejísimo, sus componentes intervienen en grados distintos en la determinación del descenso crioscópico; así las proteínas por su amplio edificio molar, a menudo con caracteres coloidales, su influencia crioscópica es menor, en cambio, las sales que se encuentran ionizadas determinan fuertes descensos crios-

cópicos. Además se recordará que el descenso crioscópico como otras propiedades coligativas es función del número de moléculas o iones en suspensión verdadera, es decir: del número N de Avogadro. Hechas estas consideraciones al pasar, daré los valores registrados en las experiencias:

Novillos	.....	en 25 animales	el d. crioscópico	-0.86 C.
Vacas	.....	" 15	" " "	-0.87 C.
Terneros	.....	" 9	" " "	-0.87 C.

Valor promedio del descenso crioscópico en 49 animales recién sacrificados: -0.866 C.

Este valor representa una concentración molar en el plasma cárneo de 0.46 normal.

- a) Que del estudio de los cuadros y gráficas se deduce que la concentración molar e iónica del músculo de vacuno varía con el tiempo de congelación; expresión elocuente de los cambios sufridos en la constitución física y química del mioplasma; cambios en el sentido de la disgregación molar.

Resumiendo este capítulo diré: la interpretación de los valores crioscópicos hallados en plasma cárneo proveniente de músculo congelado, nos señala con evidencia, que los componentes del líquido experimentan, con el frío prolongado, cambios de agregación molecular.

ACCION DEL FRIO EN LAS CARNES (CRIOLISIS) — SIN PERDIDA DE AGUA (NOVILLOS)

	Tensión superficial relativa	Viscosidad relativa	Crioscopia	Tiempo de congelación	Clasificación de la res
18	0,714	1,49	—0,83	0 días	Abasto
	0,714	1,41	—0,935	2 "	"
	0,723	1,53	—0,965	14 "	"
	0,719	1,58	—0,93	42 "	"
	0,691	1,55	—0,91	139 "	"
	0,657	1,54	—0,93	210 "	"
19	0,719	1,68	—0,755	0 "	"
	0,723	1,59	—1,015	3 "	"
	0,737	1,55	—0,91	14 "	"
	0,696	1,53	—	61 "	"
	0,686	1,55	—1,01	137 "	"
	0,653	1,53	—1,05	208 "	"
20	0,770	1,54	—0,865	0 "	"
	0,712	1,53	—0,86	4 "	"
	0,719	1,47	—0,87	14 "	"
	0,711	1,50	—0,91	59 "	"
	0,690	1,41	—0,89	173 "	"
	0,673	1,46	—0,92	188 "	"

ANALES DE LA FACULTAD VETERINARIA

	Tensión Superficial	Viscosidad relativa	Crioscopia	Tiempo de congelación	Condiciones de la res
21	0,741	1,61	—0,835	0 "	"
	0,722	1,49	—0,885	3 "	"
	0,730	1,41	—0,88	14 "	"
	0,704	1,51	—0,88	66 "	"
	0,678	1,54	—1,00	110 "	"
	0,662	1,39	—1,00	154 "	"
22	0,712	1,76	—0,91	0 "	"
	0,778	1,57	—0,89	2 "	"
	0,713	1,59	—0,89	16 "	"
	0,872	1,53	—0,92	60 "	"
	0,670	1,50	—0,95	129 "	"
	0,674	1,43	—0,95	191 "	"
23	0,737	1,61	—0,86	0 "	"
	0,737	1,55	—0,965	3 "	"
	0,719	1,54	—0,87	17 "	"
	0,660	1,43	—0,93	78 "	"
	0,690	1,21	—0,97	127 "	"
	0,678	1,54	—1,01	189 "	"
24	0,770	1,47	—0,88	0 "	"
	0,742	1,61	—0,95	3 "	"
	0,751	1,77	—0,98	44 "	"
	0,734	1,58	—	71 "	"
	0,655	1,55	—1,005	135 "	"
	0,673	1,41	—1,00	172 "	"
25	0,725	1,59	—0,83	0 "	"
	0,742	1,58	—0,94	2 "	"
	0,721	1,94	—0,91	30 "	"
	0,705	1,53	—0,95	60 "	"
	0,655	1,49	—1,00	134 "	"
	0,674	1,50	—1,00	162 "	"

ACCION DEL FRIO EN CARNES (CRIOLISIS) EN CONDICIONES HABITUALES DE LA INDUSTRIA (NOVILLOS)

9	0,678	—	—0,82	0 días	abasto bueno
	0,670	—	—0,881	2 "	
	0,658	1,32	—0,95	14 "	
	0,655	1,55	—0,92	23 "	
	0,662	1,48	—0,97	30 "	
10	0,690	—	—0,88	0 "	abasto especial
	0,694	—	—0,961	3 "	
	0,661	1,54	—1,00	19 "	
	0,678	1,43	—1,08	31 "	
	0,688	1,48	—1,085	42 "	

R E P U B L I C A O R I E N T A L D E L U R U G U A Y

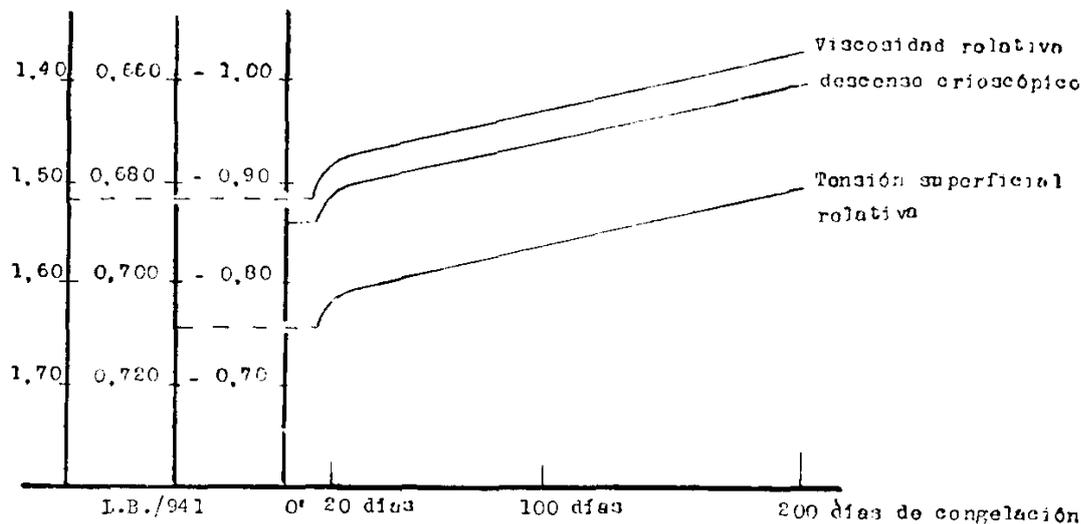
	Tensión superficial relativa	Viscosidad relativa	Crioscopia	Tiempo de congelación	Clasificación de la res
11	0,710	—	—0,94	0 "	abasto especial
	0,684	—	—1,04	4 "	
	0,661	1,54	—1,05	11 "	
	0,687	1,51	—1,02	32 "	
	0,691	1,48	—1,15	51 "	
12	0,682	—	—0,77	0 "	gordo, equimo- sado (Sala de autopsia)
	0,655	—	—0,80	5 "	
	0,648	1,63	—0,79	16 "	
	0,658	1,82	—0,96	33 "	
	0,668	—	—0,985	42 "	
13	0,709	—	—0,80	0 "	gordo abasto
	0,670	—	—0,89	5 "	
	0,667	1,53	—0,92	17 "	
	0,694	1,53	—0,99	32 "	
	0,660	1,66	—1,065	47 "	
14	0,612	2,18	—0,88	0 "	febril, (sala de autopsia)
	0,—	—	—		
	0,634	2,03	—0,89	26 "	
	0,632	—	—0,97	41 "	
15	0,693	1,51	—0,94	0 "	¿ictérico? deco- miso de playa
	0,654	1,64	—1,08	5 "	
	0,645	1,61	—1,07	54 "	
16	0,701	1,51	—0,84	0 "	chilled
	0,677	1,51	—1,03	3 "	
	0,706	1,42	—0,97	17 "	
	0,717	1,41	—1,01	21 "	
	0,698	1,46	—1,03	26 "	
	0,694	1,54	—1,01	47 "	
17	0,699	1,51	—0,79	0 "	abasto
	0,680	1,39	—0,91	9 "	
	0,709	1,34	—0,90	16 "	
	0,670	1,50	—0,96	28 "	
	0,677	1,54	—1,06	42 "	

**ACCION DEL FRIO EN CARNES (CRIOLISIS) EN CONDICIONES
HABITUALES DE LA INDUSTRIA (VACAS)**

8	0,697	—	—0,90	0 días	(Regular camarita)
	0,686	—	—0,921	2 "	
	0,669	—	—0,99	8 "	
	0,660	1,43	—1,01	33 "	
	0,686	1,42	—1,07	44 "	

	Tensión Superficial	Viscosidad relativa	Crioscopia	Tiempo de congelación	Condiciones de la res
9	0,716	—	—0,895	0 "	(Regular camarita)
	0,678	—	—0,95	4 "	
	0,661	1,57	—1,00	18 "	
	0,690	1,53	—1,00	30 "	
	0,692	1,60	—1,05	40 "	
10	0,685	1,73	—0,861	0 "	(Gorda)
	0,675	1,60	—1,05	5 "	
	0,693	1,43	—0,88	14 "	
	0,681	1,54	—0,97	26 "	
	0,678	1,66	—1,01	40 "	

Triple gráfica de la acción del frío (criolisis) en carne de bovinos



El paralelismo de los valores obtenidos, expresa la marcha en el sentido de la microheterogeneidad molecular sufrida por las carnes de bovinos durante la congelación de -11° C.

DISCUSION

Ya en posesión de los valores viscosimétricos, estalamométricos y crioscópicos, corresponde hacer crítica de su interpretación.

El equilibrio vital de los componentes del mioplasma nos es desconocido en su esencia; pero en cuanto a su presentación física y química existen conocimientos al respecto, asimismo de la interacción química. Los fenómenos tisulares post-vitales se caracterizan por la disminución o ausencia de los "frenadores vitales" según conceptos de Waldschmidt y Leitz y a posteriori, el incremento funcional de enzimas hidrolizantes que nos legan el cuadro heterogéneo de la autólisis aséptica o escisión hidrolítica de las proteínas, sostenidas por activadores específicos o zookimasas (o coenzimas de Harden y Young formadas

por nucleótidos, sales purínicas, pentosas y ácido fosfórico). Quedan otras causas que aumentan las funciones hidrolizantes de las catepsinas de Willstätter (4 y 13) con óptimos entre pH 5,0 y 7,0 (fase ácida) entre los que se encuentran los tio-compuestos, presentes en los músculos: cisteína, glutación (12).

Todo cuanto se dijo sobre las proteinasas, se repetiría para otros enzimos y conforme a Oppenheimer que los clasificó, menciono: esterasas, carbohidrasa que precisan del Mg muscular para su activación (Lohmann), las aminoproteinasas y las desmolosas o oxidoreductasa no hidrolizantes. A. K. Balls consiguió la separación y purificación parcial de una proteinasa y una estearasa del músculo de bovino y conforme a su experiencia, cree que la proteinasa aislada se trate de catepsina. Ambos enzimos parecen activos para sistemas artificiales y a bajas temperaturas (17a).

Por todos es conocido que la catálisis hidrolizante o sencillamente hidrólisis que es su fenómeno representativo, se expresa en que dado H^+ y OH^- e incluidos en moléculas, imprimen a éstas modificaciones varias; interesándonos la degradación o escisión, con formación de compuestos nuevos, que en muchos casos y especialmente en el campo biológico, dan origen a compuestos molecularmente menores.

Las perturbaciones autolíticas del protoplasma, además de lo descrito, intiman fundamentalmente en lo plástico; entre muchos ejemplos, es conocido por los histólogos, la prematura desaparición del aparato de Golgi y el porqué de la rápida fijación cuando se desean buenos resultados gráficos de su morfología.

El frío detiene con alguna intensidad el desarrollo de los fenómenos enzimáticos, pues Linewewver H. (17 e) en sus conclusiones sobre catepsinas, quimotripsina y lipasa del páncreas, expresa que las reacciones enzimáticas simples, disminuyen fuertemente cuando se produce el cambio de estado. Con las temperaturas que se trabajó en estas experiencias (de -11° a -15° C.) la ausencia de calor en el edificio molecular proteico y otros y con la creación de cristales de hielo por el agua del mioplasma, se establecerá seguramente un nuevo equilibrio del glióide. Asimismo, como el agua no está libre en este medio orgánico según Ellinger (14), sino presente en forma de imbibición y absorbiva, el retiro para la cristalización dará una desnaturalización de las moles con relación a su estado primitivo. La congelación hace que el coloide protoplasmático pierda agua líquida y enfrentándole otra nueva fase, como es la del hielo con propiedades físicas (eléctricas) por cierto muy distintas a la anterior. No es posible, por lo tanto, que la materia orgánica conserve su identidad primitiva ante un medio dispersante tan distinto. Es necesario recordar las organizaciones cristalinas mixtas para comprender la intensidad del fenómeno congelativo.

Según T. T. Nord, mencionado por T. Bersin, hasta los mismos enzimos como la amilasa, sacarasa, por el mecanismo criolítico, el estado

molecular primitivo macroheterogéneo es cambiado por otro a moléculas pequeñas o microheterogéneo, con lo que viene a resultar un mayor número de moléculas o, dicho de otro modo, aumenta la concentración del enzimo. (12).

De todo lo que antecede se sospechan dos situaciones que a continuación se expresan:

- A) Mientras que las grandes moléculas pierden agua por la congelación, modificando su primitivo estado coloidal,
- B) los cristaloides, para un futuro descongelativo, ganarán una equivalente cantidad de agua y así, aumentan, su medio disolvente.

Ahora puede comprenderse que la acción del frío se acentúa con el tiempo de congelación, como también lo expresa el diagrama adjunto (N.º 1) y de lo que es "carne quemada". Obvio es decir la importancia industrial del problema. Es la oportunidad de mencionar la acción opuesta del calor durante la descongelación cárnea y que trae aparejada la fusión del protoplasma. El agua líquida ahora es libre en el seno del músculo, e irá, por un lado a disolver sales y por otro, a reunirse con las moles desintegradas coloidamente. Es probable que por efectos enzimáticos hidrolizantes desdoble aún más las moléculas, transformándolas a estados inferiores. Los compuestos salino-protéicos también atacados, serán hidrolizados en el período descongelativo, liberando sales que acrecentarán la riqueza del soluto.

La investigación en coloides a bajas temperaturas realizadas por Holzapfel H. en albúmina de huevo, goma arábiga, miosina, saponina, oleato de sodio, caseína, etc. (desde -1 a -180° C.) consiguen según la concentración, producir la agregación o dispersión molecular y la reversibilidad. (17g.). Paulatinamente llegamos con las ideas expuestas y las disciplinas aplicadas a la posible dilucidación de nuestro problema para entrar en las

CONCLUSIONES

La aplicación de los métodos físicos en el estudio de la acción del frío en carne de vacuno, nos permite, con algún grado de posibilidad, conocer su efecto, muy especialmente en cuanto a su intensidad pues diré:

- 1.º Que con la viscosimetría relativa aplicada sistemáticamente en una misma muestra de carne sometida a la congelación prolongada, se deduce que el plasma cárneo experimenta modificaciones moleculares en el sentido de sus disgregaciones.
- 2.º Que con la tensiometría relativa aplicada del mismo modo y en las mismas muestras, se deduce un fenómeno análogo al anterior.
- 3.º Y que con la crioscopía aplicada a los mismos materiales, también nos enseña que el plasma cárneo experimenta una disgregación molecular.

- 4.º Que el mismo fenómeno se repite aún cuando el agua evaporada durante la congelación, totalmente se reintegre al plasma cárneo (muestras en frascos cerrados).
- 5.º Que las curvas construídas con los distintos valores indicados, demuestran un paralelismo significativo de la marcha de los fenómenos físicos, indicando así la similitud del efecto del frío en las carnes, durante el transcurso del tiempo.
- 6.º **Que de cuanto antecede es posible deducir que el plasma cárneo es influenciado por el frío prolongado, pues sus propiedades físicas nos enseñan las transformaciones de sus componentes hacia la microheterogeneidad molecular.**

Merecen constancia de mi agradecimiento por la ayuda prestada a la mejor realización de esta experiencia las autoridades del Frigorífico Nacional y muy especialmente el señor Jefe del S. Veterinario del F. Nacional, Dr. H. Podestá, quien compenetrado del problema, estimuló en todo momento, y por distintos medios, la realización de mis tareas hasta su fin.

EXTRACT

The phenomena of criolysis in beef, has been studied, discussing Masimov's theory of ice-cristalization at -11° C. freezing point.

Using tensiometric, viscosimetric and crioscopic systems, it's possible to judge in a different moleculy microheterogenesity of muscle.

A cytological study is joined of miofibers, neatly keeping the small layers after 30 days freezing at -11° C.

This experiment denies the teory of broken sarcolema by ice-needles.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Seoane La industria de las carnes en el Uruguay (1928)
- 1a Cassamagnaghi Métodos de conservación y elaboración . (1916)
- 2 Feijoo La Carne N.º 8|117 (1933)
- 3 Heiss Recherches sur les causes du change-
ment de coloration de la viande con-
gelé et sur le moyen de l'éviter (1931)
- 4 Willstätter Untersuchungen uber Enzime (1928)
- 5 Saenz Egaña Inspección de Carnes (1930)
- 6 Pietri Inspección des viandes (1921)
- 17 " Théorie générales de l'aplicación du
froid aux denrées (1930)
- 7 Suárez V Congreso Internacional del Frío. Roma (1928)
- 8 Stroud " " " " " " (1928)
- 9 Petit Théorie G. de Froid (1930)
- 10 Jurado y Machado ... La Carne N.º 17/18 (1932)
- 11 Bates Smith The J. of Physiology V. 196 N.º 2 (1939)
- 12 T. Bersin Kurses Lehrbuch der Enzymologie (1938)
- 13 Bertho, Grassmann Lab. Met. of Biochimitry (1938)
- 14 Rondoni Compendio de Bioquímica (1935)
- 15 Elliger Mencionado por Rondoni (1935)
- 16 Eggert Tratado de Química Física (1930)
- 17 Bulletin de l'Institut Int. du Froid N.º IV, 353 (1939)
- 17a " " " " " " " " II, 103 "
- 17b " " " " " " " " I, 42 y 43 "
- 17c " " " " " " " " V, 315 (1938)
- 17d " " " " " " " " V, 313 "
- 17e " " " " " " " " IV, 296 (1939)
- 17f " " " " " " " " III, 321 (1938)
- 17g " " " " " " " " III, 192 (1939)
- 18 Bayliss Principios de Fisiología /21 (1940)
- 19 Forges Précis de Pathology Ext. 255 (1935)
- 20 Bregante Bol. Dirección de Ganadería. N.º 3, 1938,
pág. 272, 78, Apdo. N.º 3 (1938)
- 21 " Boletín Dirección de Ganadería. Páginas
426 - 429, N.º 4 (1940)
- 22 Klinker Die Naturwissenschaften. Helf 36 (1938)
- 23 Refrigerating Engineering Data Book. Tomo II (1940)
- 24 Mider y Morton Amer. J. Cáncer. 35. 502 - 509 (1939)