

*Des. 10/10/43*

1943 - 1944

UNIVERSIDAD  
DE VALLADOLID

CURSO 1943-1944

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

DR. JOSÉ CEREZO GIMÉNEZ  
CATEDRÁTICO DE QUÍMICA ORGÁNICA



Contribución de la Química al  
mejor conocimiento del pescado  
y a su más perfecta utilización  
en la alimentación humana

(DISCURSO DE APERTURA)

*Disc.*

CURSO 1943-1944



*Copia*

Magnífico y Excelentísimo Sr. Rector:

Señoras, señores:

Queridos compañeros de profesorado

y estudiantes:

En la rotación a tal fin establecida entre las Facultades universitarias, corresponde este año a la de Ciencias cumplir el precepto de que uno de sus catedráticos lea una disertación doctrinal o científica en el solemne acto inaugural del curso académico. Y encargado yo, dentro de ella, de esta misión, por riguroso orden de antigüedad, aquí me tenéis ante vosotros dispuesto a cumplir, como siempre, con mi deber, lamentando sólo no haya recaído éste en persona de más merecimientos y mayor amenidad oratoria que yo, que pudiera brindaros la brillantez en la producción y el atractivo en la exposición que aquí han de faltar. Cuento desde luego con vuestra generosa benevolencia y procuraré por mi parte no abusar demasiado de ella.

#### **Elección de tema.**

Sin discutir en absoluto el criterio que otros puedan tener acerca del carácter y objeto de estas disertaciones inaugurales, el mío parte de la base de que han de ser leídas aquí, ante un público selectísimo, cierto es, pero heterogéneo y lógicamente inquieto, además, en este caso, en espera de otras más interesantes intervenciones, al que ha de brindársele un tema capaz de captar su atención durante la lectura. Las exposiciones doctrinales profundas tienen siempre, a mi modesto juicio, otros lugares más adecuados y no hablemos de las comunicaciones de resul-

tados de investigaciones, cuyo asiento natural son las revistas científicas especiales.

Al serme encomendada la confección de este discurso pensé decididamente elegir un tema químico relacionado con el mar, objetivo de la general atención nacional en esta etapa de resurgir hispano. ¡Hablar del mar en Castilla! Deseo, nostalgia del mar del hombre de tierra adentro que le acerca a él... ¡cuántos ilustres navegantes, cuántos héroes has producido! Y ahora, ha llegado a ser hasta tópico oratorio y periodístico el hecho, signo de un despertar con ansia de nuevas grandezas, de que España, tras de su decadencia, «se ha vuelto de cara al mar», buscando de nuevo por sus caminos su gloria y su riqueza. Y, en efecto, la preocupación por los problemas marítimos aumenta en España de día en día, y la flota que enarbolando nuestra bendita enseña surca los mares, rumbo a todas las tierras, se incrementa de continuo. Y nuestra gloriosa Marina inaugura con legítimo orgullo una Escuela Naval al nivel de las mejores del mundo. Y se aumentan y mejoran nuestras flotas pesqueras y las factorías industriales a las que ellas alimentan. Y se legisla en beneficio de los rudos, valientes y sufridos trabajadores del mar, mejorando sus condiciones de existencia. Y hasta se pone de moda el mar como tema literario... Conviene pues también, en esta favorable coyuntura, estimular la atención y el entusiasmo de los españoles hacia cuanto se relaciona con el mar y sus fenómenos, facilitando la comprensión de los medios de que se vale la ciencia para su estudio y mostrando la riqueza de su vida y la gran significación económica de los productos que nos brinda.

Mucho se ha escrito (obras enteras) sobre la exploración de los mares por los españoles, reivindicando las glorias inmarcesibles de nuestros legendarios navegantes. En éste, como en tantos otros campos, tuvimos nuestro siglo de oro, nuestra intrépida y generosa contribución al progreso humano. Nadie como los españoles puede presentar en este

sentido un historial tan brillante como el que ha puesto de manifiesto, por ejemplo, la Exposición nacional del libro del mar celebrada recientemente en Barcelona. Ahora bien; la época de los descubrimientos geográficos puede darse hace años prácticamente por concluida; nada resta por indagar en cuanto a situaciones y límites de las tierras y los mares del globo terrestre; pero con ello se ha cerrado únicamente la primera fase del estudio del mar.

Durante el siglo pasado grandes expediciones, ya clásicas en la ciencia oceanográfica, han dado comienzo al estudio físico, químico y biológico de mares y océanos. Porque el mar es mucho más que una masa inmensa de agua salada, con tales límites marcados por las costas y cuales profundidades limitadas por el accidentado relieve de los fondos. El mar es, desde el punto de vista físico, asiento de complicados movimientos de sus aguas (olas, mareas, corrientes) que los Matemáticos y los Físicos tratan de escudriñar para descubrir sus leyes e incluso encontrar su aprovechamiento. El mar es para el Químico un conjunto complejísimo de masas heterogéneas de agua que se desplazan de un modo continuo y que se hallan en constante equilibrio de intercambio gaseoso con la atmósfera. El agua del mar es un electrolito sumamente complejo, en el que se encuentran, probablemente, todos los elementos químicos conocidos, desde aquellos tan abundantes como el sodio, el magnesio y el cloro, hasta los metales preciosos, existentes en cantidades pequeñas, pero ya conocidas, descubriéndose cada día, merced a los procedimientos químico-analíticos más sutiles, nuevos cuerpos simples de los que va puntualizándose, incluso, su papel más o menos importante frente al mundo de los seres vivos. Y al lado de los compuestos minerales (mejor dicho, preponderantemente de sus iones) la llamada genéricamente materia orgánica, mezcla compleja en la que se han identificado hidratos de carbono, grasas y proteínas, estudiándose actualmente la llamada «substancia

amarilla», al parecer de naturaleza húmica, producto del catabolismo de la materia que constituye los seres del plancton.

Para el Químico biólogo y para el Biólogo naturalista el mar es aún mucho más: es el medio especialmente idóneo en que se desenvuelven infinidad de seres vivos (1). Por su composición química el agua del mar es un verdadero plasma y en ella viven y pululan seres pertenecientes al mundo vegetal y al mundo animal, desde las bacterias y los seres microscópicos del nanoplancton a los peces y los grandes cetáceos. Y todo esto, nada menos que todo esto, es el mar, lo que ven y estudian hoy en el mar los Físicos, los Químicos y los Biólogos: por un lado sus movimientos, con sus causas y sus leyes, su composición química variable, causa de numerosas reacciones interesantísimas que dan lugar a fenómenos de transporte, de erosión mecánica y química, de precipitación, de formación de fondos; y, por otro, toda su flora y toda su fauna constituyendo una gran comunidad biológica, en la que la gradación creadora comienza en las algas microscópicas del fitoplancton, para ascender gradualmente a los animales macroscópicos más complicados y descender, en la desintegración consecutiva a la muerte, hasta la mineralización bajo la influencia, sobre todo, de las bacterias marinas.

Al tener que elegir tema para esta disertación, pensé primeramente hablaros de la Química del mar. De la compleja y variable composición de sus aguas, de los numerosos elementos químicos que la investigación ha delatado en ellas, de los sensibles métodos analíticos elaborados para su determinación, de su papel químico y biológico en el continuo cambiar del medio, de las reacciones que se producen entre los compuestos que forman, de la formación de fondos y de la redisolución de los sedimentos

---

(1) Véase la obra de Quinton: «L'eau de mer milieu organique». París, 1904.

minerales u orgánicos, de la investigación de las corrientes mediante la caracterización físico-química de las masas de agua, de la síntesis bioquímica en su seno, influenciada por factores físicos de iluminación y transparencia y factores químicos de composición, concretados en la abundancia o escasez de las llamadas genéricamente «sales nutritivas» (amoníaco, fosfatos, nitritos, nitratos, silicatos) del equilibrio gaseoso entre las masas de agua y las de aire, con su trascendencia a la ciencia meteorológica, etc., etc. Hubiera llegado (al menos así lo supongo) a escribir una especie de manual de Química del Mar, que falta por cierto en lengua castellana y que serviría sin duda de estímulo a nuestros actuales alumnos y futuros científicos para aficionarse a los modernos estudios del mar, en los que cabe cosechar, sin duda alguna, nuevos laureles que sumar a los inmortales de nuestros heroicos e inolvidables exploradores y navegantes de otros tiempos.

Pero, en beneficio tuyo, bondadoso oyente, desistí pronto de semejante propósito porque, habiendo de hablarte, de seguirle, en términos químicos científicos y abrumarte no sólo de nombres más o menos estrafalarios, sino de igualdades químicas y de métodos de análisis, tendría que caer, y no lo quiero, en aquello que tú sabes cómo se llama en lenguaje corriente y que el insigne Echegaray denominó en memorable ocasión «la tiranía científica».

Quédese, pues, el intento para otra ocasión o bien, incluso, para persona más competente que yo en la cuestión. Voy a hablar, sí, del mar o, por mejor decirlo, de la explotación que el hombre hace de sus productos, aprovechamiento que los conocimientos químicos van haciendo de día en día más racional, completo y económico. Estos productos son sumamente diversos y diferentemente valiosos unos y otros, como podéis recordar (pues se trata ciertamente de cosas que todos conocéis) examinando sencillamente este cuadro o esquema que, desde luego, dista mucho de ser completo.

## I.- APROVECHAMIENTO DE PRODUCTOS DEL MAR

### AGUA DEL MAR

#### *Industria salinera.*

Sal común.

Productos secundarios: sales potásicas, bromo, yodo.

Obtención directa del bromo.

### PRODUCTOS VEGETALES

#### *Algas.*

1. Empleo en Agricultura.
  - A. Abonos.
  - B. Forraje.
2. Explotación industrial.
  - A. Productos minerales: carbonato sódico, sales potásicas, yodo.
  - B. Materias orgánicas.
    - I. Materias pépticas y mucilaginosas.
      - Ácido algínico.
      - Carragaen, agar-agar, gelatina de algas.
    - II. Manita y laminarina. Fucoídina. Celulosa.
    - III. Productos de fermentación: alcohol, acetona, acetato de etilo, etc.
    - IV. Productos de destilación: amoníaco, acetona, alcohol metílico, aceite de parafina, gases combustibles, carbón activo.
3. Empleo como alimento humano.
4. Empleo como agente terapéutico.

*Zoosteras* (material de embalaje, celulosa).

### PESCADO

*El pescado como alimento.*

*Conservación del pescado.*

Refrigeración. Congelación o glaseado

Desecación.

Salazón.

Ahumado.

Conservas en lata.

#### *Aceites de pescado.*

Empleo directo (industrias de curtidos, etc.).

Desodorización (jabonería).

Transformación en aceites secantes (barnices, pinturas).

Id. en aceites sulfonados (jabonería, curtidos).

Endurecimiento por hidrogenación (margarinas, grasas de cocina)

Transformación en carburantes.

Id. en lubricantes.

*Aceites de hígado de pescado:* empleo como medicamentos vitamínicos, preparación de concentrados vitamínicos.

*Guano de pescado* (abono).

*Harinas de pescado* (alimento de ganado y aves).

*Proteínas de pescado:* empleo como alimento sucedáneo de los huevos, utilización en la confección de mayonesas, empleo en repostería, transformación en lana artificial.

*Pieles* (curtido).

*Ictiocola.*

*Escamas.*

### MAMÍFEROS MARINOS

*Ballena, cachalote, delfín, foca, morsa.*

Carne como alimento.

Aceites.

Harinas.

Pieles.

Barbas, esperma, etc.

### MARISCOS

*Moluscos.*

Ostra. Almeja. Mejillón. Perlas.

*Crustáceos.*

Langosta. Bogavante. Gamba. Camarón. Langostino.

**ESPONJAS Y CORALES** (blanco, rojo y negro).

### OTROS ANIMALES

Tortugas: aceite, caparazón.

Como veis, unos de estos productos son extraídos del mismo agua del mar, otros proceden del beneficio de sus plantas (las algas principalmente) y los últimos se logran explotando adecuadamente los seres de su riquísima fauna, capturados por las industrias pesqueras. De entre ellos, varios son productos que logran en la industria una importancia modesta por su escaso volumen o limitada aplicación, otros van adquiriendo una consideración siempre creciente como materias primas de industrias. De todos los recursos que el hombre extrae del mar, los más importantes, por su volumen económico y por su aplicación directa a la satisfacción de la más primordial de las necesidades humanas, son sin duda alguna los materiales alimenticios, y de ellos, predominantemente, el pescado.

Trataré, pues, de la **“contribución de la Química al mejor conocimiento del pescado y a su más perfecta utilización en la alimentación humana”**.

#### **Importancia económica del pescado.**

En más de 12 millones de toneladas anuales se cifraba hace ya algunos años, antes de la actual conflagración, la producción mundial de pescado, inmensa cosecha de alimentos conseguida, como es clásico hacer resaltar, sin previas labores, siembras ni abonos, sin piensos, ni pastos, ni cuidados zootécnicos, que permite al hombre considerar al mar como manantial prácticamente inagotable de recursos.

Son los seres marinos extraordinariamente prolíficos, al extremo de que, en algunas especies, tales como el bacalao, un solo individuo llega a poner al año centenares de miles de huevos (millones según algún autor) de los que sobreviven y se desarrollan cantidades variables, mayores o menores, según las condiciones del medio (aunque representando siempre un pequeño porcentaje) dando lugar a

las antes completamente misteriosas fluctuaciones del pescado en determinadas especies (arenque, eglefino, bacalao, pescadilla, etc.) (1) con períodos de abundancia y de escasez no sometidos a leyes hoy por hoy previsibles. La facilidad de su desplazamiento permite también a los peces encontrar el alimento necesario, alejándose a veces a distancias enormes en las maravillosas emigraciones de algunas especies. También la dificultad de su captura en las zonas profundas y alejadas de las costas contribuye a su supervivencia. Por otra parte, sus residuos orgánicos, al morir, no son, por lo general, desintegrados y mineralizados como en los animales terrestres, sino que sirven directamente de alimento a los individuos de especies diferentes, transformándose así de nuevo en materia viva. Y cuando la descomposición tiene lugar, queda el amoníaco sometido a la acción de las bacterias marinas nitrificantes que lo convierten en nitratos asimilables por las algas, cerrándose un ciclo bioquímico. El agua del mar constituye así un excelente medio de crecimiento y reproducción de los seres vivos que lo pueblan, enriqueciéndose de continuo en materiales nutritivos.

Ello no quiere decir, desde luego, que se pueda ni deba hacer una explotación desorbitada y sin normas de los productos del mar, o, más concretamente, del pescado. Por el contrario, hace ya medio siglo que los hombres se dieron cuenta de los peligros que entrañaba la industrialización creciente de las pesquerías, con el empleo de embarcaciones y redes cada vez de mayores rendimientos, habiéndose llegado en bastantes casos al empobrecimiento y hasta casi el agotamiento de ciertas especies, al menos

---

(1) Atribuidas en un tiempo estas fluctuaciones a fenómenos emigratorios, se sabe hoy que obedecen casi siempre a una variable supervivencia del stock de huevos depositados. En algún caso, como por ejemplo en el bacalao de Islandia y mares boreales, es debida a un cambio hidrográfico del medio.

en cuanto a individuos de tamaño comercial, en algunos bancos y caladeros excesivamente visitados por las flotas pesqueras. Se sabe hoy ya, positivamente, que no es razonable, ni siquiera económico, el pescar, en un fondo determinado, de un modo empírico, más y más cada día porque, una vez sobrepasado un punto óptimo en la explotación, a mayor esfuerzo corresponde menor rendimiento (1).

Ahora bien: estos peligros de agotamiento por pesca excesiva no cuentan con las especies de *peces pelágicos* (arenque, sardina, bonito, etc.) que viven en las capas superiores del mar y no se capturan por lo tanto normalmente con las depredadoras «redes de arrastre», que barren los fondos de la plataforma continental hasta unos 600 metros de profundidad y las capas de agua próximas a ellos, donde viven en régimen de cierto sedentarismo gran número de especies comestibles de peces (bacalao, abadejo, pescada, peces planos, eglefino, hipogloso, rayas, etc.). Y sí, en cuanto a éstas, el peligro del agotamiento es positivo y cierto, no es menos verdad que una simple reglamentación *a tiempo* permite la recuperación de los bancos, como se pudo comprobar en las costas americanas del

(1) No es posible entrar aquí en el estudio de la cuestión de la pesca excesiva o «sobrepesca», sobre la que los Biólogos especializados han hecho estudios interesantísimos en los últimos decenios, conociéndose ya hoy bastante bien la curiosa evolución que sufre un banco de pesca virgen al ser sometido a un aprovechamiento creciente y proponiéndose, en consecuencia, reglamentaciones internacionales de esta industria. Acerca de este problema pueden verse muchos trabajos aparecidos, principalmente, en las revistas *Journal du Conseil* y *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions* del Consejo Internacional para la exploración del mar (Copenhague), así como en las «*Fishery Investigations*» (Londres) y «*Repports of the Danish Biological Station*». Una exposición de conjunto de esta cuestión se encuentra en las conferencias que E. S. RUSSELL, Director de investigaciones pesqueras del Ministerio de Agricultura y Pesca de Inglaterra, pronunció en Marzo de 1939 en la Johns Hopkins University (E. U.). (Versión al portugués por A. DE M. RAMALHO: «O problema da sobrepesca». Lisboa, 1943).

Pacífico Norte en el caso del hipogloso, gracias a la intervención de un comité internacional integrado por Estados Unidos y Canadá. También es harto tranquilizador el efecto, comprobado, de enriquecimiento producido, por ejemplo en el Mar del Norte, a consecuencia de la disminución de las capturas durante la anterior guerra mundial.

En resumen: el hombre cuenta en el mar con recursos inmensos de alimentación, para cuya conservación bastará de hecho una cooperación internacional que imponga determinadas y sencillas reglas de limitación. Ojalá que no se malogren otra vez, como ocurrió en la anterior postguerra, las ventajas de la actual forzada suspensión de las faenas de la pesca en muchos mares y que, con la paz, la concordia entre los hombres se traduzca en este sentido en la colaboración de todos los países interesados en la custodia de la enorme riqueza mundial que constituyen los productos del mar. Gracias a simples reglamentaciones en el tamaño de las mallas de las redes, para evitar este estado de sobrepesca de los bancos, no habrá que considerar nunca en cuanto al pescado esos cálculos pavorosos, más o menos aproximados, que nos hablan del seguro agotamiento de las reservas conocidas de otras materias primas, tales como los combustibles sólidos y, sobre todo, los líquidos, dado el ritmo apresuradamente creciente de su utilización.

\* \* \*

No todos los países son igualmente ricos en pesca en sus aguas, ni todos la explotan en el mismo grado y con la misma perfección. Hay desde luego mares pobres en pescado, como ocurre con el Mediterráneo, sobre todo en ciertas regiones, de cuyas hermosas aguas azules ha dicho un insigne biólogo italiano que tienen el color de la desolación, el color de los *desiertos marinos*. Y se sabe hoy bastante de las causas de esta distinta «productividad» o riqueza



en seres vivos de los distintos mares, siendo debida, por cierto, la pobreza del Mediterráneo a la escasez en sus aguas, de las llamadas «sales nutritivas» a que antes me refería.

En Europa hay países que consumen poco pescado, tales como Italia, que produce sólo 4 kg. por individuo y año y Alemania que cosecha 13,2 kg. (1), distribuidos (cosa que en realidad ocurre en todos los países) de un modo muy irregular entre los habitantes de las distintas regiones. La producción y el consumo son mayores en Francia y en Inglaterra, llegando ya en la segunda a los 30,5 kg. por habitante y año. Hay también países pequeños, tales como Islandia y las Islas Feroe y regiones costeras de otros (Noruega y Groenlandia, por ejemplo) en los cuales la pesca representa un factor primordial de la alimentación. Y si de Europa pasamos mentalmente al extremo oriente, al Japón concretamente, encontraremos un pueblo que vive fundamentalmente alimentado con productos del mar; no sólo pescado, sino también algas comestibles (9 kg. por cabeza y año) que se consumen allí en forma análoga a nuestras verduras.

Estas algas comestibles, alimento nacional «Kombú» de muchos pueblos orientales, constituyen un excelente material nutritivo, aunque no sea del gusto occidental, por su gran contenido en yodo y en vitaminas C y B, en especial de esta última (2). Se recolectan en cantidad de bastantes

(1) Wilibald Diemair. «Die Haltbarmachung von Lebensmittel». Stuttgart. F. Enke. 1941.

(1) Véase: WEISS (H.): «Zur Bedeutung der Meeres als Ernährungsgrundlage. Japan eins der eigenartigsten Beispiele». *Die Deutsche Fischwirtschaft* 3, (25) 393/95 (1936).

HOFFMANN (CURT): «Die praktische Bedeutung der Meeresalgen». *Kieler Meeresforschungen III* (1) 165/232 (1938) (con una extensísima nota bibliográfica sobre aprovechamiento de algas).

EARL R. NORRIS, MARY K. SIMON and HAL B. WILLIAMS: «The vitamin C content of marine algae». *Journal of Nutrition* 13. (4) 425 '33 (1937).

LUNDE: «Vitamine in frischen und konservierten Nahrungsmitteln». Berlín, 1940 (página 151).

millones de toneladas y contienen como principal componente nutritivo la algina o ácido alginico, substancia hidrocarbonada fácilmente digestible.

Nada menos que 5 ½ millones de toneladas de pescado se consumen anualmente en el Japón, correspondiendo a cada individuo 80 kg., lo que representa el 28 por 100 de las necesidades en proteínas. Se calcula que sólo este país captura en el Pacífico un 50 por 100 más de pescado que entre todos los países europeos en el Atlántico.

En España es cada día mayor el volumen que va adquiriendo la industria pesquera, la cual sigue en importancia a la agrícola y precede a la minera desde el punto de vista del valor de sus respectivos productos. La cantidad de pescado recolectado ha alcanzado en los años 1940 y 1941 a 439.660,0 y 434.823,7 toneladas, incluyendo moluscos y crustáceos, según las estadísticas oficiales de la Dirección General de Pesca, a cuyas cantidades ha correspondido un valor de 733,3 y 988,3 millones de pesetas. A dichos tonelajes se atribuyen respectivamente los números índices de 190,62 y 188,52 con relación a la producción de 1927 tomada como base (índice = 100) (1).

¿Qué importancia tiene el pescado en la alimentación de los españoles? Para poder juzgar de esta cuestión hay que comparar, evidentemente, las cifras de producción con las de la población a cuyo consumo se destina. Tomando como población de España en 1940 la de 25.636.737 habitantes y en 1941 de 25.877.971, que son las que figuran en el Boletín de Estadística (núm. 17) de Marzo del corriente año, resultan los siguientes cocientes:

|                                 | Año 1940  | Año 1941  |
|---------------------------------|-----------|-----------|
| Producción por habitante y año. | 17,15 kg. | 16,80 kg. |

(1) Los índices referentes al valor en pesetas fueron, respectivamente, 314,00 y 443,25.

Hay otro modo de efectuar la comparación evaluando el pescado en calorías, a razón (término medio) de una caloría por gramo y dividiendo el número obtenido por el de habitantes primero y por el de calorías que (también por término medio) necesita ingerir diariamente el individuo, el cual puede estimarse en 3.000. Operando así, a base de las cifras dadas, resultan, respectivamente, para los años 1940 y 1941 tomados en consideración, 5,7 y 5,6 «días de España». Es decir, que alimentándose exclusivamente de pescado, los españoles podríamos vivir 5,65 días al año (media de los dos valores). Claro está que este resultado habría en rigor que dividirlo por 2 habida cuenta de la proporción media de desperdicios del pescado, que puede estimarse en el 50 por 100.

Como se ve, no es todavía muy grande la contribución del pescado a la alimentación de los españoles y es de desear que al aumento constante de nuestra flota pesquera acompañe también un mejoramiento de los demás factores básicos de esta industria (transportes, etc.) en beneficio de la alimentación de nuestra población, pues debe tenerse en cuenta que en otros países, Alemania por ejemplo, el consumo de carne es bastante mayor que entre nosotros (me refiero, claro es, a los tiempos de paz y normalidad), lográndose así una mayor dieta proteica por individuo.

No es mi propósito, claro es, hacer aquí un estudio de la industria pesquera española, primero por no ser yo persona indicada para ello y además porque tampoco serían éstos lugar y ocasión adecuados. Y paso a ocuparme de cuestiones de índole química (o técnica, más en general) en relación con las pesquerías.

### **La industria pesquera, la Técnica y la Ciencia.**

La industria pesquera, como todas las industrias, necesita el concurso directo de la Técnica y el indirecto de la

Ciencia para salir progresivamente del empirismo inherente a su primera época. Gracias a la investigación técnica, fundada en principios científicos, puede esta industria conservar racionalmente sus fuentes de materias primas (ventaja que se logra con simples medidas de limitación y que pocas otras explotaciones pueden disfrutar) para obtener incluso nuevos «yacimientos» por trasplante y aclimatación de especies, para lograr productos de mejor calidad, para elaborarlos bien, para aplicarlos mejor, transformándolos convenientemente, para aprovecharlos integralmente por beneficio de sus residuos, para conservarlos, extenderlos y hacerlos asequibles a las masas de población alejadas de las costas. Y son sobre todo la Biología aplicada a la pesca (Biología pesquera) en primer término y la Química después las ciencias que de un modo más directo contribuyen a este incesante progreso, sin desdeñar, claro es, la contribución de otras ramas del saber, tales como la Física, que aporta, entre otras, contribuciones tan preciosas como la radiocomunicación y el sondeo ultrasonoro, la Ingeniería Naval, que mejora las embarcaciones y las adapta los motores más adecuados, la técnica del transporte, que facilita el traslado rápido al interior de los productos frescos, la técnica del frío, que auxilia a la anterior y permite el almacenamiento de este tan fácilmente alterable alimento cuando la producción ha de ser retenida a fin de regularizar los mercados, la Economía, gufa inexcusable de toda explotación industrial, que asegura el beneficio y lo distribuye entre los diversos empresarios y trabajadores, etc., etc.

### **El Instituto del Estado Alemán para la pesca (*Reichsanstalt für Fischerei*).**

A fin de daros una idea clara de los estudios técnicos que asesoran y mejoran esta industria, más y más cada

día, voy a informaros de la organización de los mismos en Alemania, donde han alcanzado un alto nivel. No quiere decir esto que no se encuentren en el mundo otros modelos que imitar y no ignoro que Inglaterra, Dinamarca, Noruega, el Canadá y los Estados Unidos, por ejemplo, disponen de organizaciones semejantes (1). Si os hablo de los estudios científicos y técnicos de pesca en Alemania es por conocerlos al detalle gracias a un detenido estudio informativo que tuve el honor de hacer de los mismos, hace poco más de dos años, en compañía del Sr. CUESTA URCELAY, Director del Laboratorio Oceanográfico de Santander, comisionados para ello por nuestro Instituto Español de Oceanografía.

Con motivo de la visita de un hombre de ciencia alemán se recibió, pocos meses después, una invitación para que dos personas de dicho Instituto recorriesen en viaje de información los principales centros de estudios oceanográficos y técnico-pesqueros de aquel país (ambas clases de estudios se cultivan allí en centros totalmente distintos e independientes entre sí), así como algunas de sus interesantes estaciones limnológicas.

La invitación fué triple, es decir, brindada por los tres organismos de que dependen los referidos centros: el Alto Mando de la Marina de Guerra del Reich, el Instituto del Reich para la pesca (*Reichsanstalt für Fischerei*) y la Sociedad Kaiser-Wilhelm para el progreso de las ciencias. Prescindiré aquí de cuanto, en la información recogida, se refiere a la Oceanografía y a la Limnología y me concretaré exclusivamente a los estudios técnico-pesqueros.

(1) Véase, por ejemplo, la descripción del Laboratorio de Stavanger (Noruega), dirigido por el eminente Dr. Guldbrand Lunde, a quien se deben numerosos e interesantísimos trabajos, en el artículo: «Das Forschungslaboratorium für die norwegische Fischkonserven-Industrie», publicado en la revista *Tidskrift for Hermetikkindustri*, Marzo de 1931; y en *Der Fischerbote* 23 (7) 165 (1931).

He aquí, esquemáticamente expuesta, la organización del ya citado *Reichsanstalt für Fischerei*, con indicación de los fines de cada sección y cada establecimiento de los que consta:

La central del Instituto se encuentra en Berlín-Friedrichshagen. El cargo de Director General lo desempeña el Profesor Dr. en Medicina y en Filosofía ALFRED WILLER, Catedrático de la Universidad de Berlín.

Consta el Instituto de tres departamentos:

DEPARTAMENTO 1.º—PESQUERÍAS DE AGUAS DULCES.

» 2.º—PESQUERÍAS DE MAR.

» 3.º—GENERAL.

DEPARTAMENTO 1.º—PESQUERÍAS DE AGUAS DULCES.

Dispone de las siguientes estaciones:

1) Instituto de Prusia para la pesca (*Preussische Landesanstalt für Fischerei*).

Misión: Cuestiones generales referentes a las pesquerías de agua dulce, en especial de los lagos y ríos del Norte de Alemania, estudio de las enfermedades de los peces, problemas relacionados con las aguas residuales en el Norte de Alemania.

2) Instituto para experimentación y enseñanza de la economía pesquera de lagos (*Versuchs- und Lehrwirtschaft für Seenfischerei*).

Misión: Práctica de experiencias para la explotación económica de lagos.

3) Estación para la cría de carpa (*Abteilung für Karpfenzucht*).

Misión: Investigaciones referentes al aprovechamiento de los criaderos de ciprínidos.

4) Estación de enseñanza de la cría de la trucha y experimentación sobre la misma (*Lehr- und Versuchsanstalt für Forellenzucht*).

Misión: Investigaciones referentes al cultivo de la trucha en criaderos y a la explotación de las que viven en los ríos.

- 5) Instituto para las pesquerías de ríos (*Institut für Flussfischerei*).

Misión: Investigaciones científicas referentes a las pesquerías de ríos. Estudio de las condiciones pesqueras en los ríos alemanes, así como de los problemas referentes a aguas residuarias en la región del Este.

- 6) Estación para las pesquerías en aguas de montaña (*Abteilung für Fischerei in Gebirggewässern*).

Misión: Investigaciones pesqueras en lagos y cursos de agua alpinos y subalpinos.

- 7) Estación para las pesquerías del Danubio y para el estudio de problemas referentes a las aguas residuales (*Abteilung für Donaufischerei und fischereiliche Abwasserkunde*).

Misión: Investigaciones pesqueras en la cuenca del Danubio y referentes a las aguas residuales en la Alemania del S. E.

- 8) Instituto para el estudio de las aguas residuales desde el punto de vista pesquero (*Institut für fischereiliche Abwasserkunde*).

Misión: Investigaciones de las aguas residuales desde el punto de vista pesquero en la Alemania occidental.

DEPARTAMENTO 2.º—PESQUERÍAS DE MAR.

- 9) Instituto para las pesquerías costeras y de altura (*Institut für See-und Küstenfischerei*).

Misión: Investigaciones biológico-pesqueras referentes a la pesca costera del Mar del Norte, de altura y de ultramar.

- 10) Instituto para las pesquerías del Mar Báltico (*Institut für Ostseefischerei*).

Misión: Investigaciones biológico-pesqueras en el Báltico, así como en el golfo o Haff de Stettin.

- 11) Instituto para investigaciones sobre las ballenas (*Institut für Walforschung*).

Misión: Investigaciones referentes a las ballenas y restantes mamíferos marinos. Trabajos hidrográficos en la zona donde los alemanes pescan ballenas.

- 12) Instituto para la valorización del pescado (*Institut für Fischverwertung*).

Misión: Investigaciones biológicas, fisiológicas y bacteriológicas sobre el pescado considerado como alimento, desde su captura hasta su consumo en fresco.

- 13) Instituto para la elaboración del pescado (*Institut für Fischverarbeitung*).

Misión: Investigaciones biológicas y bacteriológicas en el pescado conservado. Otras investigaciones referentes a las industrias derivadas del pescado.

DEPARTAMENTO 3.º—GENERAL.

- 14) Instituto para el estudio de las redes y en general de los materiales empleados en la pesca (*Institut für Netz- und Materialforschung*).

Misión: Investigaciones referentes a los diferentes materiales empleados en la pesca. Substitutivos y agentes de conservación.

- 15) Oficina de información, estadística, economía, etc. (*Referat für Fischereibetriebslehre*).

Misión: Cuestiones económicas relacionadas con las explotaciones pesqueras, incluyendo la estadística; aprovechamiento de la bibliografía extranjera.

- 16) Estación para el estudio de los motores y demás medios técnicos empleados en la pesca. (*Referat für Motorenkunde und Technik in der Fischerei*).

Misión: Investigaciones técnicas referentes a los motores y máquinas auxiliares empleadas en la pesca, así como a la construcción de embarcaciones.

Al tiempo de nuestra visita había sido ya agregado al Instituto algún otro laboratorio, tal como la antigua estación polaca de Gdynia, y estaban en trance de serlo otros radicados en los Países Bálticos, que Alemania iba ya ocupando.

### El Instituto Español de Oceanografía.

En España los estudios científicos relacionados con la pesca e industrias derivadas se desenvuelven dentro de límites más modestos, pero prometedores. Están encomendados al Instituto Español de Oceanografía y al cuerpo, por hoy muy reducido, de Biólogos de la Dirección General de Pesca. El referido Instituto trabajó casi exclusivamente, desde su creación en el año 1914, en problemas de índole oceanográfica e hidrobiológica. El único laboratorio de Química existente en él radicó en Madrid y en él se llevaron a cabo investigaciones hidrográficas referentes a los métodos de análisis del agua marina. En el mismo pude, no obstante, en colaboración con el actual Director del Laboratorio Oceanográfico de Vigo, Sr. Rodríguez de las Heras, emprender con paso firme el estudio del valor alimenticio de nuestros pescados, habiendo llegado a obtener bastantes resultados, aunque los trabajos quedaron bruscamente interrumpidos con motivo del Alzamiento Nacional y mi deposición, en Octubre de 1936, del cargo de Jefe de la Sección de Química que desempeñaba.

Terminada la guerra, el Instituto de Oceanografía ha sido profundamente reorganizado, por Decreto de 15 de Diciembre de 1939, estableciéndose una más estrecha dependencia y una mayor relación con la Marina de Guerra.

Se ha creado una Sección de Oceanografía o mejor dicho, se ha dado a la ya existente una nueva y excelente organización, con la incorporación a ella de personal integrado por Doctores en Ciencias Físicas. Al frente de ella se halla un Jefe de la Armada. Estas personas colaboran eficazmente en sus trabajos con el Servicio Hidrográfico de la Marina de Guerra, disponiendo ahora de una riqueza de medios antes desconocida por el antiguo personal, de formación menos idónea por estar integrado por Naturalistas.

La antigua Sección de Química ha sido dividida en dos, una dedicada a los estudios oceanográficos y otra a los técnico-pesqueros e industriales, estableciéndose así una división del trabajo, cuya imperiosa necesidad hacía ya tiempo se había dejado sentir. Al frente de ambas se encuentran actualmente los ilustres profesores JIMENO y MONTEQUI, de la Universidad de Madrid.

A la reorganización siguió oportunamente la formación adecuada de nuevo personal, labor que absorbió durante algún tiempo las actividades de las escasas personas reintegradas a la entonces única Sección de Química después de la guerra; no obstante lo cual, pude personalmente llevar a cabo un estudio sobre aprovechamiento de los delfines y arroaces, en el que logré obtener grasas y harinas de buena calidad, habiéndose conseguido también éxitos en ensayos industriales de curtido de su piel. Estos trabajos no se continuaron en vista del consumo que se hace ya en España de la carne de los referidos cetáceos como alimento, vendido como pescado en los mercados y despachos a un precio que hace antieconómico su aprovechamiento industrial. Ciertamente que dicha *carne*, o al menos la de los ejemplares jóvenes, es excelente y, bien condimentada, de muy buen sabor, como tuve ocasión de apreciar en el curso de mis trabajos.

Hoy el personal químico de los laboratorios centrales de Madrid se compone de los dos Jefes de Sección, cuatro

Ayudantes y tres Alumnos becarios, trabajando además en la costa el actual Director del Laboratorio de Vigo. Y la nueva organización empieza ya a rendir sus frutos. Para dar una idea de los trabajos llevados a cabo últimamente, indicaré aquí los principales:

Estudio de ciertas algas marinas con vistas a la obtención de agar-agar y alginatos, por cierto con buen éxito.

Determinación del valor alimenticio del pescado, continuando la labor, antes indicada, comenzada bajo mi dirección.

Estudios bionómicos de la sardina, completados con ensayos químicos en relación con el ciclo anual de engrasamiento. Una campaña de mes y medio llevada a cabo en el año 1942 en las islas Columbretes, permitió adquirir datos de interés.

Trabajos sobre los aceites de pescado. Determinación del índice de yodo, comparando las diversas técnicas conocidas. Intentos de obtención de distintas clases de aceites de sardina para diversos usos.

Investigación del plomo en las conservas, problema de interés nacional por estar relacionado con algunas dificultades opuestas por ciertos países extranjeros a la entrada de nuestras excelentes conservas.

Se inicia también el estudio de los diversos métodos ideados para la determinación del grado de frescura del pescado; y de la riqueza vitamínica de los aceites de hígados.

Por último, investigaciones sobre la salazón del pescado capturado en el banco del Sahara español. Con motivo de la actual contienda mundial, la excelente flota bacaladera de la P. Y. S. B. E. se vió forzada a abandonar sus campañas en los bancos de Terranova trasladándose a la costa africana, donde se dedica a la pesca de especies distintas del bacalao, en cuya salazón surgieron desde un principio dificultades y percances, obteniéndose a veces productos de mediana calidad. Y, solicitado, en vista de ello, el concurso del Instituto de Oceanografía, destacó éste al

Químico Sr. Otero que hubo de incorporarse a una campaña pesquera, durante la que realizó observaciones y experiencias, las cuales, completadas con numerosos análisis del pescado conservado y de las suertes de sal común empleadas en la salazón, le han permitido llegar a conclusiones interesantes ya publicadas (1).

Me he concretado en esta enumeración desde luego a los trabajos de los Químicos; por lo demás, la Sección de Biología ha realizado también últimamente dos campañas, igualmente en los barcos de la P. Y. S. B. E., habiendo recogido numerosos datos de índole biológica y morfológica que verán la luz en una próxima publicación. Continúa también su labor para la repoblación del mejillón y la ostra en Santander y Vigo, respectivamente. Ha estudiado las condiciones biológicas en el Puerto de Santa María para el establecimiento de parques de ostreicultura. Y ha contribuido con sus informes a la redacción del anteproyecto para la futura ley de pesca.

También se llevaron a cabo en el verano de 1941, conjuntamente por Biólogos y Químicos, estudios en el puerto de Valencia y aguas circundantes en vista de un caso producido de muerte del mejillón en los criaderos allí establecidos. Y se examinaron, en 1942, química, biológica y bacteriológicamente las aguas del Bidasoa como consecuencia de intoxicaciones producidas por el mejillón y la ostra que se crían en sus aguas.

#### **Estudios químicos en relación con la industria pesquera.**

Volviendo al cuadro, más completo, de las actividades de los laboratorios del Instituto Alemán para la Pesca, quisiera exponeros someramente algunos de los trabajos

(1) OTERO (E.) y del VAL (M.<sup>a</sup> Jesús): «Influencia del contenido graso de las especies en la salazón del pescado». *Notas y resúmenes* del Instituto Español de Oceanografía, serie II, número 112 (1942).

que en ellos se llevan a cabo. La simple enumeración de todos los estudios biológico-pesqueros, bacteriológicos, químicos y económicos que en ellos se realizan, a los que se unen las experiencias para la repoblación de bancos y aclimatación de nuevas especies, así como los ensayos directos para la racionalización de la industria pesquera, se saldría desde luego del margen razonable de esta disertación y excedería también de los límites de vuestra paciencia. Por ello habré de prescindir de hacerla y omitir incluso cuanto se refiere al amplio capítulo de la utilización de los productos residuarios del pescado y del aprovechamiento de otros animales marinos, no obstante el gran interés que presenta para los Químicos. Me concretaré, pues, casi exclusivamente, a hablaros de los estudios que se llevan a cabo en los referidos centros en relación con el pescado consumido como alimento.

Hablemos, en primer lugar, de los institutos dedicados al estudio de las pesquerías de agua dulce. En ellos se analizan constantemente las aguas de ríos y lagos con vistas a determinar su evolución hidrográfica, geológica y biológica: porque no basta hacer en una determinada época un estudio, por completo y acabado que sea, de la Biología y el quimismo de un lago o curso de agua dulce, ya que las condiciones del medio cambian de continuo, con celeridad mayor o menor, en el curso de su fatal evolución natural, aun prescindiendo de las modificaciones que produce la mano del hombre mediante las obras hidráulicas, establecimiento de industrias en las cuencas, etc.

Otra misión importantísima de estos centros la constituye la vigilancia de la polución de las aguas por los residuos de las diversas industrias, labor que, dada la densidad y complejidad de la vida fabril de aquel país, ocupa mucho la atención del personal competente, presentándole de continuo problemas, casi siempre difíciles, en los que a veces se logran grandes éxitos, como ocurrió, por ejemplo,

hace algunos años cuando los excelentes salmones del Rhin adquirieron un marcado sabor a ácido fénico, debido a haberse vertido en el río residuos de coquerías.

Contribuyen también a los estudios que se emprenden en los casos de muerte de pescado o disminución del mismo para averiguar la causa y corregirla si es posible (caso de fermentaciones sulfhídricas que acompañan a ciertos estiajes imposibles de evitar). Análogamente y como labor previa se estudia el contenido en sal de la sangre de los peces que van a ser objeto de experiencias de aclimatación en aguas de naturaleza distinta a las del medio habitual. Actualmente estos estudios de aclimatación estaban teniendo gran éxito en el transplante, por ejemplo, de la trucha corriente y la trucha arco iris de las aguas del Oder inferior o del golfo, casi cerrado de Stettin (en la desembocadura de aquél) a las relativamente poco salobres del Báltico medio.

También se ocupan los Químicos de estos Institutos del «abonado» de lagos y cotos de pesca para lograr en ellos una mayor producción. He indicado anteriormente que los factores de la mayor o menor productividad en pesca de las aguas, de la mayor o menor cantidad de vida, en general, que encierran, son principalmente dos: uno lumínico y otro químico, representado éste por la mayor o menor abundancia de las llamadas «sales nutritivas» (amoníaco, nitritos, nitratos, fosfatos, silicatos). Pues bien; conocido esto, era lógico que se pensase en abonar las aguas, aunque claro es que solamente las de los ríos y sobre todo de ciertos lagos de condiciones adecuadas, ya que refiriéndose a las de los mares, aun en los bastante cerrados, ello entraría en el reino de lo quimérico. Convendrá, se dijo, abonar las aguas con esos compuestos minerales sencillos en los casos en que, escaseando, limitan (con una ley del mínimo para cada uno de ellos) la producción del plancton vegetal y por ende también del animal que constituye el alimento de los peces. Y no sólo se ha pensado en este

abonado, sino que se ha realizado, y con gran éxito a veces, agregando a las aguas principalmente fosfatos y nitratos. Como se ve, se reproduce aquí, en las aguas dulces (sin que haya contradicción con lo que anteriormente dije considerando *los mares* como manantial prácticamente inagotable de recursos para el hombre), el caso de la Agricultura, es decir, que al pasarse del aprovechamiento de los productos espontáneos a la explotación intensiva, se ha hecho indispensable cumplir la ley de la restitución para sostener el ciclo bioquímico de los elementos ad mínimo, roto por la extracción de los productos cosechados. Y si antes dije que el abonado de los mares es pura utopía del pensamiento, he de puntualizar que, si no en cuanto al nitrógeno, al fósforo ni al silicio, se practica ya, que yo sepa, en cuanto al cobre en determinados fiords noruegos de condiciones hidrográficas adecuadas (aguas tranquilas) por haberse descubierto el hecho de ser necesaria una cierta cantidad de dicho metal (del orden de las 20 gammas, o milésimas de miligramo, por litro) para que se verifique la fijación de las larvas de la ostra (1), animal que, como todos los moluscos, lo precisa para la elaboración de la hemocianina, pigmento sanguíneo que desempeña en su sangre el mismo papel que la hemoglobina en la de los mamíferos.

Dejando ya, aun sin haberla agotado, ni mucho menos, la enumeración de los trabajos relacionados con las pesquerías de agua dulce, pasemos ahora a los trabajos de los Químicos en relación con las industrias del pescado de mar.

También en las pesquerías de mar, al menos en mares cerrados y de condiciones hidrográficas tan especiales como el Báltico, han dado resultado los ensayos de transplan-

(1) Véase H. Wattenberg: «Chemie des Meereswassers». *Meereskundliche Arbeiten der Universität Kiel*. número 47 (1938).

tación, a los que contribuyen los Químicos estudiando meticulosamente las condiciones físico-químicas del medio habitual de las especies, así como las de aquel otro nuevo a que se las quiere aclimatar. Y ayudan a los Biólogos en sus interesantes y complejos estudios sobre las variaciones de la abundancia a la escasez de especies ictiológicas concretas, en determinadas regiones, verificando análisis de aguas que aclaren los resultados de las determinaciones del plancton de que los peces se alimentan, e incluso sometiendo el plancton mismo al análisis químico como medio rápido de apreciar, por el distinto valor de la relación del nitrógeno al fósforo, la proporción relativa existente entre el fitoplancton y el zooplancton.

En cuanto a la industria pesquera misma, la auxilian también los Químicos analizando todos los materiales que en ella se consumen y, sobre todo, experimentando de continuo nuevos métodos de conservación de las redes, a cuyo fin, como hemos visto antes, se dedica en Alemania, con exclusión casi de todo otro trabajo, el Instituto para el estudio de las redes y demás materiales empleados en la pesca, establecido en Lötzen (Prusia Oriental). También en los institutos ingleses, canadienses, americanos y japoneses, se trabaja mucho en este interesante problema, existiendo ya gran número de publicaciones en las que se proponen nuevos agentes de conservación de las redes (sales orgánicas de cobre muchas veces) en substitución del clásico curtido al tanino.

#### Determinación del estado de conservación del pescado.

Desde el punto de vista, el más importante sin duda, del pescado fresco considerado como alimento, se ha planteado a los Químicos el problema de elaborar métodos objetivos para juzgar del grado de frescura, es decir, del estado de buena o mala conservación, único modo de poder



resolver de un modo científico los litigios a que da lugar la inspección sanitaria del pescado en los puertos y mercados, inspección que corre en Alemania a cargo, como en nuestro país, de un cuerpo de Veterinarios. No quiere esto decir, claro es, que los caracteres organolépticos (aspecto, consistencia, olor, etc.), no sean criterio suficiente en la práctica corriente, aun cuando, con respecto a olor del pescado pasado, se sabe que es debido principalmente a la trimetilamina, la cual se produce con distinta facilidad en las distintas especies de pescado, es decir, a igualdad de cantidad, en grados muy diferentes de descomposición. Además, como es fácil comprender, encomendado el juicio a este primitivo examen organoléptico, hay que contar con las probables discrepancias de varios peritos y hasta con el hecho de que uno mismo, aun suponiéndole sumamente sensible y experimentado, emita en diversas ocasiones juicios que correspondan a un criterio no constante.

Es, por ello, aspiración natural la del establecimiento de criterios objetivos, al margen de toda discusión, en forma análoga a lo logrado respecto al enranciamiento de las grasas, el cual puede, desde hace ya años (1), caracterizarse sin lugar a dudas gracias a las llamadas «reacciones del estado rancio» (*Verdonbenheitsreaktionen*).

Tres son los principales criterios que se han seguido para ello y todavía no puede darse, en rigor, por establecido definitivamente ningún método fundado en ellos.

En uno, físico, se examina el pescado a la lámpara de cuarzo (luz ultravioleta) para apreciar su mayor o menor fluorescencia. Este método no parece muy seguro (a mí no me dió resultado en experiencias hechas hace ya algunos

(1) Véase KURT TÄUFEL y J. CEREZO: «Variaciones producidas con el enranciamiento en los índices característicos de las grasas». *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*. 25, 349 (1927).

años), al menos para el pescado que llega a los mercados del interior, pues, aun estando, en la general apreciación, en excelentes condiciones, «brilla» ya bajo la acción de la luz ultravioleta. No obstante, se ha empleado (y acaso se emplea aún) en los Estados Unidos donde, para seleccionar los ejemplares que han de ser elaborados en algunas fábricas de conservas, se hace pasar al pescado sobre una gran correa sin fin a través de una habitación iluminada con lámparas de cuarzo en la que obreras, colocadas a ambos lados, van retirando los ejemplares que muestran fluorescencia. En Alemania, o más concretamente en el Instituto para la elaboración del pescado de Hamburgo-Altona, estudiaba al tiempo de mi visita el Dr. LÜNEBURG un perfeccionamiento de este método consistente en examinar, no el pescado mismo, sino el jugo obtenido por simple prensación o por trituración y tratamiento con ácido tricloroacético (desproteinizante) que exponía a la lámpara de cuarzo para comparar con discos fluorescentes tipo que suministra la casa Zeiss. En forma análoga se experimenta también hace tiempo en el *Fisheries Research Board of Canada*. Y todavía cabrá mejorar, a mi juicio, el método, substituyendo la comparación a simple vista por la efectuada mediante un fotómetro gradual de Pulfrich equipado con lámpara Hagephot y con un juego de filtros que deje pasar, a voluntad, solamente la luz correspondiente a una de las tres rayas del espectro del mercurio, efectuando la medida fotométrica en la forma corriente.

Otro medio para juzgar del estado de conservación del pescado es físico-químico y lo constituye la medida del exponente de hidrógeno o pH. En el laboratorio de Hamburgo-Altona se emplea este método incluso en el análisis rutinario de control de las conservas en lata. Trabajan allí con un ionómetro de la casa Lautenschläger, de galvanómetro de aguja, con la exactitud, completamente suficiente, de  $\pm 0,1$  pH, pudiendo operarse con comodidad

y rapidez gracias al empleo del electrodo de quinhidrona. Los valores altos denotan alteración a partir, aproximadamente, de 6,4. Ciertamente que suelen acompañar a esta determinación del examen microscópico, en el que se trata de descubrir las bacterias de la putrefacción, pero (al menos en las conservas) a veces no se logra observar las bacterias aun en pescados francamente alterados, necesiéndose entonces recurrir a la incubación en estufa, con lo cual se pierde ya la rapidez, que es la mayor ventaja del examen al microscopio. Por lo demás y en general no se acepta como seguro este método de la medida del pH, sumamente sencillo de practicar, ya que se opera directamente con una papilla obtenida desmenuzando simplemente el pescado en agua.

El tercer método es de índole química y consiste en determinar la riqueza del pescado en ciertos principios nitrogenados volátiles. Sobre esto se ha trabajado con gran celo e intensidad, sobre todo en Francia, Canadá y Alemania, discutiéndose mucho los resultados obtenidos. El criterio no es fácil de establecer, ya que las cifras límite que habrá que llegar a fijar serán distintas para cada especie de pescado, de modo que la elaboración del método habrá de ser meticulosa aunque, acaso, en la práctica, sacrificando algo el rigor, se llegue a conseguir delimitar intervalos de contenido en nitrógeno volátil aplicables a la calificación de varias especies más o menos afines.

Modernamente, al tiempo también de mi visita al Instituto para la valorización del pescado, de Wesermünde, se ha comenzado el estudio de otro procedimiento químico consistente en valorar paralelamente la trimetilamina y su óxido. Es sabido que esta última substancia se encuentra en el cuerpo de los peces en cantidad que varía mucho con la especie. En los procesos fermentativos de la putrefacción, el óxido de trimetilamina va siendo transformado en la base correspondiente, de modo que la relación de ésta a aquél va aumentando a medida que el pescado se

va alterando. Claro que se tropieza aquí, al parecer (pues el método es muy reciente y no se ha trabajado con él lo suficiente para sentar conclusiones) con el mismo inconveniente de las diferencias de unas especies de pescado a otras. En todo caso, podrá prestar buenos servicios en las fábricas, donde se elabora siempre un número reducido de clases de pescado. Pero siempre tendrá este método el inconveniente de su lentitud, pues la preparación del extracto exento de proteínas es laboriosa y la ulterior destilación, que precede a la valoración volumétrica de la base, dura de 3 a 4 horas.

Otros investigadores han propuesto la determinación de los aminoácidos que van quedando libres en el proceso de autólisis de las proteínas que precede a la putrefacción propiamente tal; pero este criterio ha sido muy poco aceptado (1).

(1) La literatura acerca de estos métodos de apreciación del grado de frescura o estado de conservación del pescado es ya muy copiosa. He aquí algunos de los principales trabajos publicados:

BEATI, S. A. (colaboradores: GIBBONS, N. E., COLLINS, W. K. y KUCHEL, C. C.) y WATSSON. «Measurement of fish spoilage». Serie de trabajos (I a IX) publicados en el *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 3, 77 (1936); 4, 63 (1938); 4, 229 (1939); 4, 252 (1939); 4, 267 (1939); 4, 412 (1940); 5, 32 (1940); 5, 197 (1941); 5, 203 (1941).

BOURY (M.). «L'altération du poisson». *Revue des Travaux de l'Office des Pêches Maritimes*, 9, 401 (1936).

BUDAGJAN (F.). «Detection of hydrogen sulfide in the evaluation of freshness of flesh products». *Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel*, 64, 226 (1932).

FIORANI-GALLOTA (P. L.) e DESENZANI (A.). «Sull'utilizzazione alimentare della carne di pesce con speciali riguardo all'ittiofauna ed alla sua tutela». *Rivista di Biologia*, 11, 371 (1929).

GARASI (H.). «The pungent principles of fishes produced by decrease in freshness». *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 8, 158 (1939).

### Valor alimenticio del pescado.

Otra interesante cuestión a estudiar es el valor alimenticio del pescado, que compete desde luego a los Químicos establecer. Ha sido objeto en el extranjero de numerosos trabajos y análisis, dando lugar a una literatura suma-

GOLMOW (W. P.). «Beiträge zur chemischen Untersuchung des Verderbens von Fischen». *Problems Nutrition*. 6, (4) 79 (1937). *Chemische Centralblatt*. 109 I, 766 (1938).

HUREQUIN (L.). «L'altération du poisson et l'action des rayons ultraviolets». *Pêche Maritime*. 22, 221 (1939).

KIMURA (K.) y NAKAMURA (S.). «Recherche du début de décomposition de la chair de poisson par la détermination de la teneur en ammoniacque». *Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée. Rapports et Procès-Verbaux*. 10, 148 (1937).

LINTZEL y HERRING. «Ueber Trimethylamin und Trimethylaminoxid in gelagerten und konservierten Fischnahrungsmitteln». *Vorratspflege und Lebensmittelforschung*, tomo 2, fascículo 5 (1939), p. 263 a 269.

LÜCKE y GEIDEL. «Bestimmung des flüchtigen basischen Stickstoff in Fischen als Massstab für ihren Frischzustand». *Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmitteln*. 70 (6) (1935).

MARGINESCU (P.). «Les viandes décongelées s'alterent elles plus rapidement que les viandes fraîches?». *Chimie et Industrie*. 34, 685 (1935).

NADEAU (A.). «Le poisson frais. I. Le rôle du pH sur la conservation du poisson». *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 4 (5) 355 (1940).

«Le poisson frais. II. Le rôle du pH sur la développement des bactéries». La misma revista. 5 (2) 121 (1940).

POLOEKTOFF (A. M.). «Emploi de la méthode biochimique d'ANDRJEWSKY pour s'assurer de l'état de fraîcheur du poisson». *Chimie et Industrie*. 29, 1477 (1933).

STANSBY (M. E.) y LEMON (J. M.). «An electrometric method for the detection of relative freshness of haddock». *Industrial and Engineering Chemistry. Analytical Edition*. 5, 208 (1933).

mente extensa (1). Dada la importancia cada vez mayor que el pescado va adquiriendo en la alimentación humana, el interés higiénico y económico de estos trabajos es también considerable.

Para establecer el valor nutritivo de un alimento se precisa, claro es, conocer su composición en alimentos primarios (hidratos de carbono, grasas y proteínas). La

STROHEKER (R.), VAUBEL (R.) y KIRCHBERG (H.). «Method for detecting the spoilage of meat and fat based on a new principle» *Chemical Abstracts*. 31, 8730 (1937).

TARR (H. L. A.). «The bacterial reduction of trimethylamine oxide to trimethylamine». *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 4 (5) 367 (1939).

«Specificity of triamineoxidase». Igual revista. 5, (2) 187 (1940).

VAN DE VELDE (J.). «Biochemical properties of fresh and spoiled fish». *Nederl. Tijdschr. Geneeskunde*. 19, 41 (1937); *Chemische Centralblatt*. 108 I, 3421 (1937); *Chemical Abstracts*. 31, 3165 (1937).

WOOD (A. J.), SIGURDSSON (G. J.) y DYER (W. J.). «The surface concept in measurement of fish spoilage». *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 6 (1) 53 (1942).

Referatas de los trabajos citados de BEATY y GIBBONS (I), GOLMOW, KIMURA y NAKAMURA y VAN DE VELDE pueden también verse en el trabajo de revista:

«Bericht über die Fortschritte der analytischen Chemie». IV. «Spezielle analytische Methoden (auf Lebensmittel und Gesundheitspflege bezügliche)», por R. FRESENIUS, R. STROHECKER y W. DEHIO. *Zeitschrift für analytische Chemie*. 116 (1939). Véanse páginas 269 a 271.

(1) Remito a quien se interese por esta cuestión a las amplias notas bibliográficas que acompañan a las dos publicaciones siguientes:

CEREZO (J.). «El valor alimenticio del pescado». Publicado en los *Rapports et Procès-Verbaux du Conseil international pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée*, vol. VIII, p. 89 a 116 (1933); y en los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, vol. XXXIII, p. 86 a 109 (1934).

CEREZO (J.) y RODRÍGUEZ DE LAS HERAS (A.). «Composición de algunos pescados que se consumen en Madrid». Ministerio de Marina. Instituto Español de Oceanografía. *Trabajos*, núm. 17 (1943).

primera apreciación se hace estableciendo su valor en calorías a razón de 4,0 a 4,1 por cada gramo de hidrato de carbono o albuminoide (calorías netas) y de 9,0 a 9,3 por cada gramo de grasa. En el caso del pescado (no así en el de los mariscos) faltan los hidratos de carbono, de modo que para obtener el valor energético basta determinar las *grasas* (prácticamente todas las sustancias extraíbles por el éter del residuo de la desecación a peso constante) y las sustancias proteicas contenidas en 100 gramos de material. Las segundas se determinan siempre valorando el nitrógeno, en el residuo seco y desengrasado, por el método KJELDAHL en alguna de sus numerosísimas variantes (por ejemplo, empleando el selenio como catalizador) y multiplicando el resultado obtenido por el factor 6,25 universalmente aceptado.

Consultando una tabla cualquiera de las que figuran en las publicaciones sobre esta materia, se observan grandes diferencias entre las cifras encontradas para el valor en calorías de las distintas especies. Y no sólo difieren los valores de unas a otras clases de pescado (especies ictiológicas) sino también dentro de una misma obedeciendo a diversos factores, asunto sobre el que volveré detenidamente más adelante. Suelen clasificarse los pescados en grasos y magros, según el contenido en grasa de su carne muscular, considerándose, por lo general, como grasos cuando contienen más de un 5 por 100. Hay que advertir que esta división en los dos grupos no cabe establecerla, en rigor (sólo si acaso dentro de una cierta aproximación o, mejor dicho, probabilidad) para las especies, sino sólo para los individuos concretos. En efecto; es un hecho biológico perfectamente conocido que los peces sufren una variación periódica de su contenido en grasa en relación con su ciclo sexual, aumentando progresiva, aunque no regularmente, desde el momento de una puesta hasta alcanzar un máximo nivel, que cae verticalmente en la

puesta siguiente. En realidad, este ciclo se realiza tanto en los peces magros como en los grasos, con la diferencia de que en los primeros la acumulación de grasa se verifica principalmente en el hígado, afectando apenas al contenido de la carne muscular que es, en cambio, donde se acumula en los peces grasos, llamados así, con lógica práctica, por ser únicamente la carne muscular la parte del pez que se consume como alimento.

Es evidente que los peces grasos son de un valor alimenticio muy superior al de los magros, dado el considerable equivalente calorífico de los lípidos, pero insisto en que no cabe atribuir cifras fijas a cada especie y prueba de ello es que en mis análisis de sardina española, por ejemplo, he encontrado contenidos en grasa que varían entre 0,93 y 27,36 por 100 unidades de carne muscular fresca, con una oscilación del valor energético (de dichos 100 g.) desde 100 a 315 calorías. Y resulta sumamente interesante el hecho de que, en las distintas fases de engorde, la grasa de una especie de pescado varíe cualitativamente, aumentando con la acumulación la proporción de ácidos fuertemente insaturados, característicos muchos de ellos de los animales de sangre fría y especialmente de los peces (ácido clupanodónico, por ejemplo). Esta variación guarda, según parece, una estrecha relación con la fisiología y el metabolismo del animal: se observa que los grandes dispendios de materiales grasos, que acompañan a los actos de la reproducción, afectan de un modo preferente a los ácidos más insaturados.

Ahora bien; siendo el pescado fundamentalmente un alimento proteico, lo más interesante en él no es su valor en calorías (aunque a base de éste se haga siempre, en primer término, la comparación entre los distintos alimentos) sino el valor biológico de sus proteínas. Este valor puede establecerse de dos modos. Uno de ellos consiste en llevar a cabo experiencias de alimentación adecuadas, convenientemente dirigidas, en que se administre a animales

II.-AMINOACIDOS PRODUCIDOS EN LA  
(por 100 g.

HIDRÓLISIS DE LAS PROTEÍNAS MUSCULARES  
de proteínas)

|                    | MOLUSCOS        |                  | CRUSTÁCEOS          |                  | P E C E S               |             |                               | P E C E S          |              |              |                   |                       | AVES                    | MAMÍFEROS      |                 |
|--------------------|-----------------|------------------|---------------------|------------------|-------------------------|-------------|-------------------------------|--------------------|--------------|--------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|----------------|-----------------|
|                    | Loligo breckeri | Pecten irradians | Palinurus japonicus | Paralithodes cam | Cyprinus carpio (carpa) | Esox lucius | Hippoglossus hip. (Hipogloso) | Katsuwonus pelamys |              | Pagrus major | Pollachius brandi | Sardina               | Media en los teleosteos | Pollo          | Vaca            |
|                    | Okuda y colabs. | Osborne y Jones  | Okuda y colabs.     |                  | Giménez                 | Scharpenak  | Osborne y Heyl                | Carne blanca       | Carne rosada | Okuda        | Okuda y Oyama     | Okuda, Okimoto y Yada | Tomiyama                | Osborne y Heyl | Osborne y Jones |
| Glicocola. . . .   | 0               | 0                | 0                   | -                | 2                       | -           | 0                             | 0                  | 0            | indicios     | indicios          | -                     | 0 a 2                   | 0,68           | 2,06            |
| Alanina . . . . .  | 3,10            | -                | -                   | 3,01             | 5,7                     | -           | -                             | 2,3                | 1,1          | 1,04         | 3,53              | -                     | 2,73                    | 2,28           | 3,72            |
| Valina . . . . .   | 1,50            | -                | 0,79                | -                | 5,7                     | -           | 0,79                          | 2,8                | 1,8          | 2,77         | 3,88              | -                     | 2,95                    | -              | 0,81            |
| Leucina . . . . .  | 10,80           | 8,78             | 10,33               | 11,30            | 8                       | -           | 10,33                         | 10,4               | 9,2          | 8,82         | 2,46              | -                     | 8,18                    | 11,19          | 11,65           |
| Prolina . . . . .  | 3,09            | 2,28             | 3,17                | 2,26             | 10,5                    | -           | 3,17                          | 3,1                | 3            | 1,22         | 1,68              | -                     | 3,77                    | 4,74           | 5,82            |
| Ac. aspártico . .  | 3,87            | 3,47             | 2,73                | 4 24             | 0,9                     | -           | 2,73                          | 3,3                | 3,2          | 1,66         | 0,61              | -                     | 2,06                    | 3,21           | 4,51            |
| Ac. glutámico .    | 8,80            | 14,88            | 10,13               | -                | 12,9                    | -           | 10,13                         | 8,1                | 12,1         | 1,63         | 5,24              | -                     | 8,35                    | 16,48          | 15,49           |
| Serina . . . . .   | -               | -                | -                   | -                | -                       | -           | -                             | -                  | -            | -            | 0,51              | -                     | 0,51                    | -              | -               |
| Fenilalanina . .   | 3,41            | 4,90             | 3,14                | 3,18             | 3,9                     | -           | 3,04                          | 4,1                | 1,6          | 4,72         | 2,31              | -                     | 3,27                    | 3,53           | 3,15            |
| Tirosina . . . . . | 2,56            | 1,95             | 2,46                | 2,39             | 3,5                     | -           | 2,39                          | 2,1                | 2,9          | 2,64         | 2,46              | -                     | 2,66                    | 2,16           | 2,20            |
| Arginina . . . .   | 8,12            | 7,38             | 6,68                | 7,21             | 14                      | -           | 6,34                          | 7,8                | 7,08         | 5,15         | 6,68              | -                     | 7,84                    | 6,5            | 7,47            |
| Histidina . . . .  | 2,33            | 2,02             | 2,87                | 2,21             | 12,3                    | -           | 2,55                          | 3,04               | 3,16         | 2,07         | 2,29              | -                     | 4,23                    | 2,47           | 1,76            |
| Lisina . . . . .   | 6,87            | 5,77             | 9,06                | 5,88             | 11,3                    | -           | 7,45                          | 7,41               | 6,78         | 6,28         | 8,35              | -                     | 7,92                    | 7,24           | 7,59            |
| Triptofano . . .   | -               | -                | -                   | -                | -                       | -           | -                             | -                  | -            | -            | 1,87              | 1,40                  | 1,63                    | -              | 1,43            |
| Cistina . . . . .  | -               | -                | -                   | -                | -                       | 1,49        | -                             | -                  | -            | -            | -                 | 0,76                  | 1,12                    | -              | 1,20            |
| Metionina . . . .  | -               | -                | -                   | -                | -                       | 3,25        | -                             | -                  | -            | -            | -                 | 3,14                  | 3,19                    | -              | 1,05            |
| Amoniaco . . . .   | -               | 1,08             | -                   | -                | 1,4                     | -           | 1,33                          | -                  | -            | -            | -                 | -                     | 1,03                    | 1,67           | 1,07            |

dietas en las que el aporte proteico corra exclusivamente a cargo del pescado, mientras que a otros animales testigo se les administren otras proteínas, caseína por ejemplo, comparándose, después de un tiempo prudencial, los animales de uno y otro lote mediante un detenido examen. El segundo método es de índole química y consiste en hidrolizar las proteínas y valorar hasta donde sea posible (pues los métodos son laboriosos y difíciles) los aminoácidos resultantes. La prueba biológica, más empírica, sería la más convincente si las experiencias se hicieran con hombres (si se trata, como supongo aquí, de establecer el valor alimenticio para ellos), ya que es casi seguro que sus necesidades en los aminoácidos (tirosina, triptofano, lisina, cisteína, arginina, etc.), conocidos como indispensables para la elaboración de las albúminas propias y de determinadas hormonas, serán distintas de las de las ratas, que son los animales con que suele operarse.

Pues bien; las experiencias llevadas a cabo por investigadores diversos, entre ellos ABDERHALDEN, BAERTISCH y ZIESECKE, VISCO y ORRÚ, PLIMMER, CARERE, etc., han probado que, al menos en sus ensayos, la carne muscular de determinadas especies es de un valor biológico poco distinto del de la caseína, sobrepasándola, incluso en algún caso. Y en cuanto a la composición en aminoácidos, los estudios en número cada vez mayor de proteínas de pescado han demostrado que las que van examinándose, son completas y contienen especialmente lisina, triptofano, cistina, metionina, histidina, tirosina y arginina. La composición en aminoácidos de ciertas ictioproteínas es bastante parecida a la de la carne de vaca y más aún a la de pollo.

Véase el cuadro (II) compuesto por QUAGLIARELLO (1) con datos tomados de diferentes investigadores.

(1) QUAGLIARELLO (G.): «Il valore nutritivo dei prodotti della pesca». *Bolletino di pesca, piscicoltura e idrobiologia*. 12 (2), 82 (1936).

En cuanto a los aminoácidos contenidos en la carne muscular del bacalao, véanse en la página 74 los resultados de ABDERHALDEN.

\* \* \*

La digestibilidad de las proteínas del pescado ha sido determinada, bien atacándolas *in vitro* por fermentos digestivos en condiciones de acidez actual y de temperatura convenientes (1), bien experimentando directamente en hombres. Puede decirse que, por término medio, de cada 100 unidades en peso son digeridas 92, oscilando los valores en los diversos casos entre 73 y 97 por 100, de modo que la digestibilidad de las proteínas de la carne y del pescado es del mismo orden. En cuanto a las grasas del pescado, son tan digestibles como los aceites vegetales, debiéndose sus excelentes cualidades en este sentido a su carácter de gran insaturación, que facilita la formación de compuestos de adición. BOTTAZZI da las siguientes cifras medias de la digestibilidad del pescado: proteínas, 97 por 100; grasas, 90 por 100; residuo seco, 95 por 100.

Más importancia, no obstante, que estos índices, interesantes desde luego, tiene la rapidez o facilidad de digestión del pescado magro. Es sabido de éste, como ya he dicho antes, que contiene una gran cantidad de agua y, en correspondencia, un pequeño porcentaje de grasa. Ahora bien; la duración de la digestión de los alimentos está en razón directa del contenido en este elemento.

Resulta, así, que muchos de los pescados blancos (por ejemplo, bacalao, merluza, breca, rape, escacho, etc.) se digieren con mucha mayor facilidad que la carne, lo cual les hace ser frecuentemente indicados para la alimentación

(1) Hay muchos trabajos sobre esta cuestión. Véase por ejemplo: WEWERS (H.): «Die Bestimmung der Verdaulichkeit des Proteins in Blutmehl und fettreichen Fischmehlen». *Angewandte Chemie*. 47 (50), 822 (1934).

de los convalecientes y enfermos agudos, así como para los afectados de diversas afecciones gástricas o hepáticas, para los niños en el tiempo subsiguiente al destete, para las embarazadas y lactantes, etc. Ciertamente es, no obstante que, por el contrario, existen también contraindicaciones individuales en personas especialmente sensibles a determinadas acciones alérgicas, pero realmente estos casos son bien poco frecuentes.

Más interesante es el hecho, que hay que reconocer como cierto, de que muchas gentes estiman que el pescado alimenta muy poco, debido a que, precisamente por la rapidez de su digestión, experimentan pronto tras de su ingestión la poco grata sensación de «estómago vacío». Muchos autores tratan esta cuestión como una trivialidad sin importancia y sin embargo, socialmente la tiene. Las gentes regulamos nuestras comidas no previos cálculos de las calorías suministradas por las raciones ingeridas, sino guiándonos exclusivamente por las sensaciones de apetito y satisfacción. En realidad este inconveniente del pescado hay que atribuirlo únicamente al magro o poco graso, ya que el tiempo de digestión del graso o «azul» es comparable al de las carnes. Y aun puede obviarse en el primero ingiriéndolo juntamente con alimentos vegetales, como legumbres, o bien consumiéndolo asado y en unión de patatas también asadas, como recomendó KESTNER, con lo que se obtiene un gran «poder de saturación».

En cuanto a los elementos minerales, se encuentran en el pescado en proporción algo superior a la en que se hallan en las carnes de mamíferos y aves, oscilando en aquél, por lo general, entre 1 y 1,5 por 100. En el pescado, especialmente en el de mar, es mayor la proporción de sodio (relación de sodio a potasio) que en las carnes (1) e

(1) Esta afirmación hecha hace ya tiempo por KÖNIG puede comprobarse en las tablas de SCHALL («Nahrungsmitteltabelle», 14 Auflage. Leipzig, 1942).

igualmente la de calcio (relación calcio: fósforo). Este último elemento parece encontrarse en forma muy fácilmente asimilable. Otro elemento abundante en la carne muscular del pescado es el yodo, cuerpo, como es sabido, del mayor interés para la elaboración de la tiroxina y cuya falta origina con frecuencia, en los habitantes de las montañas, la enfermedad del bocio. La diferencia «ácidos-bases» (expresados ambos en equivalentes) es negativa tanto en los pescados como en las carnes, pero con un mayor valor absoluto en éstas.

\* \* \*

No cabe hablar hoy en día del valor nutritivo de un alimento sin referirse, al hacerlo, a su contenido en las diversas vitaminas. Y, como era natural, se han ocupado ampliamente los Químicos del estudio del pescado y sus productos derivados en este sentido, existiendo, por ejemplo, en el ya citado Instituto de Hamburgo-Altona una sección de Fisiología, magníficamente organizada y equipada, que se ocupa exclusivamente de esta cuestión. Sin embargo, el mayor número de datos sobre pescados de Europa se debe a los extensísimos trabajos del Dr. LUNDE y sus colaboradores en el Instituto de Stavanger (Noruega) para investigaciones sobre las conservas (1).

Gracias a todos estos trabajos se tiene hoy un conocimiento bastante completo de las vitaminas del pescado, por lo que se refiere a las especies más importantes en el Norte de Europa, en cuanto a los factores mejor conocidos.

Me ocuparé ante todo de las vitaminas A y D que son las que principalmente se hallan en el pescado y haré después sólo una somera referencia a las restantes de entre las suficientemente estudiadas.

Es universalmente conocido el uso del aceite de hígado

(1) Véase su interesante obra ya citada en la nota de la pág. 16.

de bacalao como material adecuado para suministrar en grandes dosis (comparadas con las aportadas por las grasas corrientes) vitaminas A y D en la edad del crecimiento, así como a los anémicos y convalecientes. Modernamente se han hecho valoraciones de estas substancias en un gran número de aceites de hígado y en los de la carne muscular de numerosos pescados. Los valores encontrados por los distintos investigadores, para los aceites procedentes de la misma especie, difieren con frecuencia en grado considerable, influyendo seguramente, a más de factores biológicos diversos, otros de índole experimental al haberse utilizado distintos métodos (biológicos, espectrográficos, químicos) para las valoraciones. Ello no obstante, han permitido llegar a conclusiones interesantes.

Concretándose ahora a la vitamina A se ha visto, en primer lugar, que existen numerosos aceites de hígado de pescado más ricos en ella que el del bacalao (valor medio de éste: 1000 unidades internacionales por gramo). Así, por ejemplo, los aceites de hígado de anguila, caballa, arenque y salmón contienen de 5 a 10 veces más vitamina A que el aceite de hígado de bacalao, y los de hipogloso, atún y tiburón-ballena hasta 50 veces más (500 en el atún). Hay que reconocer en cambio que el hígado de estos peces es mucho más pobre en grasa que el del bacalao, pues mientras éste llega a contener hasta un 60 por 100 de grasa, los de caballa, arenque e hipogloso no pasan del 25 por 100 y el de tiburón-ballena contiene sólo del 2 al 4 por 100.

Nacionalmente considerado, constituye este descubrimiento el afloramiento de una gran riqueza. España posee hoy en los hígados de los atunes recolectados en sus almadras el material más rico entre todos los conocidos de vitamina A. Nada menos que de 34.000 a 80.000 unidades internacionales por gramo (1 unidad internacional = 0,6  $\gamma$  de  $\beta$  caroteno) encontraron en el aceite de hígado de atún

BILLS, MASENGALE, IMBODEN y HALL. Y se estudian actualmente (y hasta creo se explotan ya algunos industrialmente) los aceites de hígados de otras especies tales como el bonito y diferentes escualos de los que se capturan en las pesquerías del banco sahariano (1).

Desde el punto de vista del pescado como alimento tiene más importancia el contenido en vitamina A de la grasa de su carne muscular. Este contenido es, desde luego, mucho menor que el de los aceites de hígado, aunque en algunas especies se aproxime a él, como sucede con el aceite de salmón con sus 300 a 1000 unidades internacionales por gramo. Como término medio se admite hoy en los aceites del cuerpo del pescado un contenido de 1,7 mg. de vitamina A en los 100 g., mientras que igual cantidad de aceite de hígado de bacalao contiene 63 mg. y la cifra media admitida para los aceites de hígado de pescado en general es de 215 mg. (también en los 100 g.).

Como la vitamina A se encuentra disuelta en las grasas, la riqueza de éstas y la proporción en que ellas se encuentran en la carne muscular permite calcular el contenido de ésta en vitamina A (y otro tanto puede decirse de la D) tal como han hecho W. DROESE y H. BRAMSEL (2).

La proporción de vitamina A en la carne muscular de los pescados es del orden de las centésimas de miligramo por cada 100 gramos, salvo en algunas especies mucho más

---

(1) Valores aún superiores a estos del aceite de hígado de atún han sido encontrados por el método químico (reacción Carr Price) por la Srta. MARTÍN RETORTILLO, del Instituto Español de Oceanografía, en el aceite de hígado de un pez martillo [*Sphirna tudes* (VAL.)] Trabajos inéditos.

(2) Véanse sus «Vitamin-Tabellen» (Leipzig, 1941. J. A. Barth) compuestas mediante un meticuloso estudio estadístico de los numerosísimos datos recolectados por ellos sobre el contenido en vitaminas de los diversos alimentos. Estas tablas constituyen hoy un complemento de las de SCHALL, prácticamente indispensable en muchos casos.



ricas, tales como la carpa (con 0,38 mg.) y sobre todo la anguila de río (con 3,33). Las cantidades contenidas en las otras clases de pescado son muy inferiores a las de la leche en polvo, la crema, los huevos y sobre todo el hígado de vaca, cordero y cerdo, pero son siempre lo suficientemente grandes para no conceder al pescado una buena calificación como portador del factor del crecimiento.

Respecto a la vitamina D, puede decirse que (con la excepción de la manteca del cacao y alimentos que la contienen) sólo se encuentra en el pescado y sus derivados, lo que realza naturalmente su valor nutritivo. Se encuentra también en los aceites, 1000  $\gamma$  (es decir, 1 mg.) por cada 100 g. contiene el aceite de hígado de bacalao y el de hígado de atún alcanza la fabulosa cifra de 400.000  $\gamma$  = 400 mg. en los 100 g. (1). De este último aceite consiguió BROCKMANN aislar al estado puro la vitamina antirraquítica natural, resultando idéntica a la D<sub>3</sub> obtenida por WINDAUS, LETRÉ y SCHENK irradiando la 7-dihidrocolesterina. Para los aceites de hígado de todos los pescados se da la cifra media de 12.000  $\gamma$  y para los aceites del resto del cuerpo diez veces menos, es decir 1.200  $\gamma$  en 100 g. (todavía más que el tan alabado aceite de hígado de bacalao). LUNDE encontró 100 unidades internacionales en cada gramo de aceite de arenques.

En consecuencia, existe en las partes comestibles del pescado la vitamina D en proporciones variables, abundando, por ejemplo, en el atún, la sardina y el arenque. LUNDE afirma que los arenques ahumados pueden administrarse a los niños en substitución del aceite de hígado de bacalao y desde luego su riqueza en vitamina D es mayor.

Pasando ya a las restantes vitaminas y refiriéndome por

---

(1) En la literatura se encuentran datos muy poco concordantes. He considerado aquí los de las tablas de DROESE y BRAMSEL calculados en la forma ya dicha.

de pronto a la antiberibérica (factor B<sub>1</sub>) hay que hacer resaltar el hecho de que el alimento más rico en ella lo representan las huevas de pescado. Hasta 400 unidades internacionales (equivalentes a 1,2 mg. de clorhidrato de aneurina) se han encontrado en 100. g. de huevas frescas de bacalao. Las cantidades contenidas en la carne muscular de los pescados son menores (del orden de las centésimas o las décimas de mg. en los 100 g.; superiores en los hígados), pero nada despreciables.

También se halla presente en el pescado la lactoflavina (factor B<sub>2</sub>), aunque en cantidad inferior, en términos generales, a las que encierran las carnes. Los hígados y las huevas de pescado son más ricos en ella (1,42 mg. en 100 g. de huevas de eglefino), aunque siempre menos que las vísceras de vaca y cerdo, que son los alimentos que más lactoflavina contienen.

La vitamina antipelagrosa (factor P-P) ha sido encontrada especialmente en la carne de arenque y de bacalao. También el salmón es un buen suministrador de ácido nicotínico.

El ácido ascórbico (vitamina C) se encuentra igualmente en el pescado (carpa, anguila, etc.) en cantidades del mismo orden de magnitud que las contenidas en las carnes de mamíferos. Los hígados y sobre todo las huevas (con 10 a 40 mg. en cada 100 g.) se aproximan al hígado y a la lengua de vaca, cerdo, etc., pero no al hígado de pato que es el alimento más rico en este factor (68 mg. en 100 g.).

Poco estudiado aún el pescado en cuanto a su contenido en factor B<sub>6</sub> o adermína, se ha encontrado, no obstante, en el salmón, eglefino, platija, arenque, etc. El ácido panto-ténico (factor antipelagroso de la gallina) no ha sido encontrado apenas en la carne fresca de pescado, aunque sí, por el contrario, en las harinas de pescado destinadas frecuentemente, como es harto sabido, a la alimentación de las aves de corral. El factor B<sub>w</sub> (factor de crecimiento

de la rata) se ha encontrado en el bacalao. El factor B<sub>x</sub> (anti-pelo gris) de la rata ha sido reconocido en algunos hígados de pescado.

La vitamina (liposoluble) antiestéril o factor E no ha sido encontrada hasta ahora en el pescado ni en sus derivados. La K o antihemorrágica ha sido encontrada en las harinas de pescado descompuestas, produciéndose, al parecer, en el proceso de la putrefacción misma.

Del llamado factor F no he encontrado en la literatura datos referentes al pescado, pero estimo muy probable su presencia por tratarse, según parece, de ácidos orgánicos fuertemente insaturados, de los que existe en el pescado una gran variedad y una gran riqueza. Tampoco he podido ver nada referente a la presencia o ausencia de la vitamina P o de la permeabilidad (1).

---

(1) Aunque no me ocupo aquí de las conservas de pescado, fuerza será consignar el interesantísimo hecho de que la riqueza vitamínica del pescado, y de todos los alimentos en general, no disminuye en los procesos a que se les somete en los métodos corrientes de conservación, así como tampoco en el almacenamiento de los productos elaborados durante largos períodos de tiempo. Este hecho se ha comprobado en primer lugar mediante determinaciones del contenido en vitaminas de toda clase de conservas y también en experiencias de alimentación con animales. KOHMAN (y sus colaboradores); LUNDE, MATHIESEN y otros, GODDEN y THOMSON, etc., experimentaron con ratas y conejillos de Indias, principalmente, alimentándolos con conservas durante varias generaciones sin que se observasen avitaminosis ni disminución de la fecundidad. Incluso se ha experimentado en la especie humana, una vez aprovechando la expedición polar francesa 1932-1933 y otras (LANGSTEIN y REICHE en Alemania) sometiendo ex profeso niños a una alimentación exclusiva de conservas, sin haber observado deficiencias.

Los actuales métodos de conservación de los alimentos no destruyen, pues, sus vitaminas. La única excepción la constituye el factor B<sub>1</sub>, que es termolábil, pero según los trabajos de LUNDE nunca hay destrucción completa (operando en la conservación, claro es, con cuidado) sino, a lo sumo, reducción por término medio al 80 por 100 del contenido primitivo en el alimento fresco (comercialmente se admite la reducción al 75 por 100).

Está muy extendida la creencia de que la carne de los pescados y sobre todo la de los llamados «blancos» (que son los magros) contiene muchas menos substancias nitrogenadas generadoras de ácido úrico que la de los mamíferos y aves, por lo que se la prescribe con frecuencia a los artríticos y enfermos afectados de ciertas nefropatías; pero, según QUAGLIARELLO (loc. cit.) sólo cabe establecer dicha pretendida superioridad respecto a la carne de las aves. Las llamadas «substancias nitrogenadas extractivas» (amoníaco, metilamina, creatina, creatinina, urea y diversas bases púricas, entre ellas la hipoxantina, la xantina y el ácido úrico) parecen ser las que dan lugar al olor y al sabor del pescado, influyendo en su valor comercial, de modo que su valoración en los diversos pescados tiene interés también desde este punto de vista (1).

\* \* \*

Es clásico establecer comparaciones entre el pescado y la carne desde el punto de vista de su valor alimenticio. Cualitativamente su composición es análoga, sumándose a las diferencias ya apuntadas la de un mayor contenido en agua de la mayor parte de los pescados. Ahora bien; desde un punto de vista cuantitativo, de valor en calorías, no cabe establecer, con carácter general, comparación alguna y las publicadas, más que a un propósito científico, parecen ser debidas a un afán propagandístico a favor del pescado. En realidad esta palabra «pescado» nada dice en cuanto al valor

---

(1) Véase: W. W. JOHNSTON: «The nitrogenous extractives from fish muscle». *Annual report on the work of the Biological Board of Canada for the year 1932*. Ottawa (1933), p. 60. JAMES CAMPBELL: «The non protein nitrogenous constituents of fish and lobster muscle». *Journ. of the Biological Board of Canada*. I (3) 179 (1935).

III.—RESULTADOS DE LOS ANALISIS

DE ALGUNOS PESCADOS ESPAÑOLES

| NOMBRE CIENTÍFICO   | NOMBRE VULGAR             | CARNE MUSCULAR |         |                      |           | FRESCA |                      |  |                      | CARNE SECA Y DESENGRASADA |       | % de desperdicios | PRECIOS     |            | CARNE comestible por 1 pta. (gs.) | Relación entre las calorías de las proteínas y las totales % |
|---|---------------------------|----------------|---------|----------------------|-----------|--------|----------------------|--|----------------------|---------------------------|-------|-------------------|-------------|------------|-----------------------------------|--|
|   |                           | AGUA %         | GRASA % | Proteínas % N X 6,25 | Cenizas % | TOTAL  | Calorías por 100 gs. | Unidades de valor intrínseco por 100 gs. | Proteínas % N X 6,25 | Cenizas %                 | TOTAL |                   | BRUTO (Kg.) | NETO (Kg.) |                                   |  |
| Aurata aurata (L.) . . . . .  | Dorada . . .              | 74,8           | 3,3     | 19,6                 | 1,3       | 99,0   | 111                  | 163                                      | 89,6                 | 5,9                       | 95,5  | 61,4              | 1,00        | 2,59       | 386                               | 72   |
| Beryx decadactylus (C. y V.) . . . . .                                    | Palometa . . .            | 78,5           | 2,2     | 17,9                 | 1,2       | 99,8   | 94                   | 148                                      | 92,7                 | 6,2                       | 98,9  | 57,6              | 0,73        | 1,72       | 581                               | 79   |
| Box boops (L.) . . . . .  | Boga . . . . .            | 72,6           | 2,7     | 19,3                 | 4,5       | 99,1   | 104                  | 160                                      | 78,2                 | 18,1                      | 96,3  | 36,6              | 0,47        | 0,74       | 1351                              | 76   |
| Brama rai (Bloch) . . . . .   | Castañeta o japuta . . .  | 78,0           | 0,4     | 20,4                 | 1,3       | 100,1  | 87                   | 164                                      | 94,2                 | 5,8                       | 100,0 | —                 | —           | —          | —                                 | 96   |
| Engraulis encrassicholus (L.) . . . . .                                   | Boquerón . . .            | 72,4           | 3,2     | 21,2                 | 1,9       | 98,7   | 117                  | 176                                      | 86,6                 | 7,8                       | 94,4  | 35,8              | 0,67        | 1,04       | 962                               | 74   |
| Gadus luscus L . . . . .  | Faneca . . . . .          | 80,1           | 1,0     | 17,7                 | 1,4       | 100,2  | 81                   | 143                                      | 93,3                 | 7,6                       | 100,9 | 43,8              | 0,75        | 1,33       | 752                               | 89   |
| Lepidorhombus whif-jagonis Walb. . . . .                                  | Gallo . . . . .           | 80,4           | 1,1     | 16,9                 | 1,0       | 99,4   | 80                   | 137                                      | 91,3                 | 8,0                       | 99,3  | 63,8              | 2,13        | 5,88       | 170                               | 87   |
| Leptocephalus conger (L.) <sup>o Conger conger (L.)</sup> . . . . .       | Congrio . . . . .         | 79,5           | 1,3     | 17,2                 | 1,1       | 99,1   | 82                   | 140                                      | 89,3                 | 5,3                       | 94,6  | 42,8              | 1,84        | 3,22       | 311                               | 85   |
| Lophius piscatorius (L.) . . . . .  | Rape . . . . .            | 83,3           | 0,1     | 15,5                 | 1,0       | 99,9   | 65                   | 124                                      | 93,5                 | 6,1                       | 99,6  | 23,4              | 2,34        | 3,05       | 328                               | 98   |
| Merluccius merluccius (L.) . . . . .                                      | Pescadilla . . .          | 82,5           | 0,4     | 15,5                 | 1,2       | 99,6   | 64                   | 125                                      | 90,7                 | 7,0                       | 97,7  | 37,2              | 1,76        | 2,80       | 357                               | 95   |
| Morone punctata (Bloch) . . . . .   | Baila . . . . .           | 77,7           | 1,3     | 19,2                 | 1,1       | 99,3   | 91                   | 156                                      | 91,5                 | 5,1                       | 96,6  | 45,8              | 3,93        | 7,25       | 138                               | 86   |
| Mugil cephalus L . . . . .  | Mujol o Lisa . . .        | 79,4           | 1,2     | 17,8                 | 1,2       | 99,6   | 85                   | 145                                      | 91,7                 | 6,0                       | 97,7  | —                 | —           | —          | —                                 | 86   |
| Mullus barbatus L . . . . .   | Salmonete . . .           | 77,2           | 4,5     | 17,0                 | 1,2       | 99,9   | 112                  | 145                                      | 92,8                 | 5,2                       | 98,0  | 53,8              | 3,33        | 7,21       | 139                               | 62   |
| Pagellus acarne (Risso) . . . . .   | Aligote o rumbel . . .    | 80,5           | 1,1     | 16,8                 | 1,2       | 99,6   | 79                   | 137                                      | 91,4                 | 6,0                       | 97,4  | 65,4              | 0,95        | 2,75       | 364                               | 87   |
| Pagellus erythrinus (L.) . . . . .  | Breca o Pajel . . .       | 78,9           | 2,5     | 15,6                 | 1,8       | 98,8   | 87                   | 130                                      | 83,5                 | 9,5                       | 93,0  | 39,6              | 0,81        | 1,34       | 752                               | 74   |
| Sardina pilchardus (Walb) . . . . .                                       | Sardina . . . . .         | 69,9           | 5,8     | 20,0                 | 3,4       | 99,1   | 136                  | 171                                      | 82,9                 | 12,0                      | 94,9  | 39,6              | 0,97        | 1,61       | 621                               | 60   |
| Sardinella aurita (C. y V.) . . . . .                                     | Alacha . . . . .          | 69,8           | 8,9     | 18,3                 | 1,7       | 98,7   | 158                  | 164                                      | 85,9                 | 5,6                       | 91,5  | 35,8              | 0,97        | 1,51       | 662                               | 48   |
| Sparus cantabricus (Asso) <sup>o Pagellus orphus (Laceps)</sup> . . . . . | Besugo . . . . .          | 79,8           | 1,4     | 17,1                 | 1,3       | 99,6   | 83                   | 132                                      | 91,2                 | 6,8                       | 98,0  | 61,7              | 1,58        | 4,13       | 242                               | 85   |
| Trygla cuculus L . . . . .  | Escacho o gallineta . . . | 81,4           | 0,4     | 17,2                 | 1,0       | 100,0  | 74                   | 138                                      | 94,2                 | 5,4                       | 99,6  | 69,3              | 0,80        | 2,61       | 383                               | 95   |
| Loligo vulgaris Lamarck . . . . .   | Calamar . . . . .         | 75,5           | 1,5     | 20,6                 | 1,4       | 99,0   | 99                   | 168                                      | 89,6                 | 6,0                       | 95,6  | 7,37              | 2,85        | 3,08       | 325                               | 86   |
| Todaropsis veranyi (Girard) . . . . .                                     | Volador . . . . .         | 79,0           | 3,0     | 15,8                 | 1,2       | 99,0   | 92                   | 132                                      | 87,3                 | 6,5                       | 93,8  | 17,6              | 1,00        | 1,21       | 826                               | 70   |



en calorías, sumamente variable de unas especies a otras. Y, en efecto, existen pescados con un mayor contenido en proteínas y sobre todo en grasa (que es el elemento más variable) que la carne por antonomasia, es decir, la de vaca; pero también los hay más pobres que ella en ambas clases de factores primarios. Son éstos los pescados magros, con un gran contenido en agua y por lo tanto pobres en grasa (1).

No cabe hablar, pues, más que cualitativamente o en términos de gran vaguedad del valor alimenticio del pescado en general. Basta consultar las tablas de composición de los alimentos (francesas de ALQUIER, americanas de ATWATER o alemanas de SCHALL) para darse cuenta de las enormes diferencias existentes entre las distintas clases de pescado por lo que respecta a su valor en calorías. Y todos los autores que se ocupan de esta cuestión advierten ya que existen también diferencias, dentro de una misma especie ictiológica, determinadas por toda una serie de factores influyentes, de los que los principales son:

Estado de madurez sexual (en los peces grasos).

Raza.

Localidad (alimento que ha tenido y acaso condiciones físicoquímicas del medio).

Edad.

Talla.

Desgaste dinámico (en las especies emigrantes).

Lo que no he visto confesado abiertamente por ningún autor es que estas diferencias, dentro siempre de una misma especie, pueden ser y son con frecuencia de tal magnitud que exceden a las que se manifiestan al comparar especies distintas. Ya en la primera de mis publicaciones

---

(1) Dentro, nada más, de ciertos límites puede admitirse que la suma de los porcentajes de ambos elementos es constante en el pescado.

sobre la materia, citadas en la página 37, compuse, con datos tomados de diferentes autores, una tabla en la que este hecho se ponía de manifiesto. Y en los análisis de pescados españoles realizados por RODRÍGUEZ DE LAS HERAS y por mí, quedó nuevamente comprobado este aserto.

Deseando aportar una contribución al conocimiento del valor alimenticio de los pescados españoles, analizamos durante un año bastantes de ellos utilizando muestras seleccionadas en el Mercado Central de Madrid, lugar óptimo en España (aunque pueda parecer paradójico) para esta labor por afluir allí la mayor parte del pescado que se consume en España, del que una buena parte es vendido en Madrid, reexpidiéndose el resto a provincias, incluso a las costeras.

Véanse en el cuadro (III p. 52) los resultados obtenidos que representan, en algunos casos, cifras medias de varios análisis.

La comparación de las cifras de composición encontradas por nosotros con las de otros investigadores, incluso españoles, acusó divergencias sobradamente considerables para poderlas atribuir a diferencias de método (loc. cit.). Y, a mayor abundamiento, los análisis relativamente numerosos de sardina verificados por nosotros (IV p. 60) dieron también resultados muy diferentes entre sí.

Concedimos esta especial atención a la sardina por ser, sin duda alguna, el pescado más importante de nuestro país, al extremo de constituir ella sola aproximadamente un tercio del total en peso del pescado capturado anualmente por nuestros trabajadores del mar. Quisimos seguir con nuestros análisis un ciclo anual de engrasamiento en la sardina (comenzando nuestras determinaciones en Octubre), pero el propósito quedó truncado por el motivo ya expuesto en otro lugar.

Nuestros resultados coinciden, dentro de lo posible, con los obtenidos por LEPIERRE para la sardina portuguesa:

| Composición media de la sardina | LEPIERRE (1) | CERZO-HERAS |
|---------------------------------|--------------|-------------|
| Agua. . . . .                   | 66,5         | 69,9        |
| Grasa. . . . .                  | 10,5         | 5,8         |
| Proteínas . . . . .             | 20,0         | 20,0        |
| Cenizas. . . . .                | 2,5          | 3,4         |
| Calorías por 100 g. .           | 180          | 136         |

La diferencia en cuanto a los porcentajes de grasa se explica por haber cesado nosotros en nuestros análisis (como antes he dicho) en el mes de Julio, es decir, en plena época del aumento en el contenido en grasa. Y en cuanto a las cenizas hay que tener en cuenta que las muestras analizadas por nosotros habían sido con frecuencia saladas para facilitar su conservación durante el transporte.

Como se ve, en la tabla comprensiva de nuestros resultados, encontramos grandes variaciones en cuanto al valor en calorías de los 100 gramos, que osciló entre 100 y 353. Estas diferencias tan considerables nos hacen ver la ineludible necesidad de verificar numerosos análisis de cada especie ictiológica antes de poder obtener cifras medias de composición y de valor energético. Porque lo que se dice de la sardina hay que decirlo también, claro está, de los demás pescados grasos e incluso, aunque en menor grado, de los magros. Ignoro cuál sea el valor que en este sentido quepa atribuir a los datos de composición que figuran en las tablas extranjeras de alimentos a que hice anteriormente referencia. Pero, por encima de ello, la conclusión que se deduce de estos análisis es que tales cifras medias, aun supuestas sólidamente establecidas, carecen en realidad de todo valor práctico, porque ¿qué cálculos dietéticos pueden hacerse contando con posibles y probables desvia-

(1) LEPIERRE (CH.): «Análisis de sardina fresca portuguesa. Agua y grasa». *Revista de Química pura y aplicada*. 11, 90 (1936).— *Chemical Abstracts*. 30 (19) 6838 (1936).

ciones respecto de la media del orden de las encontradas? En el caso de nuestra sardina tenemos, por ejemplo, a la vista de nuestros resultados, el valor medio de 136 calorías por cada 100 g. de carne muscular fresca, y si se toma este valor como fijo, se pueden cometer errores hasta del 150 por 100 que anulan toda aplicación posible en los cálculos de composición de dietas.

Así pues, para llegar a disponer de datos de confianza que los higienistas puedan utilizar, es forzoso conocer perfectamente, en primer lugar, la variación anual de composición y de valor en calorías de las distintas especies de pescado y limitarse, en la formación de medias, al pescado de una determinada región capturado en períodos cortos de tiempo (estaciones o incluso meses del año) en los que se presenten únicamente desviaciones moderadas respecto a las cifras medias. Más exacto, desde un punto de vista científico, pero seguramente menos claro para la aplicación práctica, sería atribuir a las cifras medias una determinada probabilidad (SCHALL); pero, de no hacerse esto, a las cifras medias deben acompañar siempre el intervalo de variación y la dispersión.

Y no se crea que esto sean elucubraciones más o menos extravagantes de un científico, pues en el comercio alemán de pescado se distinguen, hace ya años, los arenques de primavera, verano, otoño e invierno y, en cuanto a su grado de madurez sexual, el Matjeshering, el Volhering y el Hohlhering, denominaciones que figuran con frecuencia en las conservas en lata. Porque, claro es que estas variaciones de composición de los pescados interesan también enormemente al fabricante de conservas para saber elegir convenientemente, dentro de lo posible, sus materias primas y elaborarlas luego en consonancia con su composición.

He aquí una labor sencilla e interesante que espera a los jóvenes químicos españoles: el análisis de nuestros pescados, tan poco conocidos en su composición y valor



energético, la determinación del valor biológico de sus proteínas, la investigación de sus cenizas, de su contenido en vitaminas, etc. Y claro es que me he referido al pescado porque de él estoy tratando pero, ya que me permito esta breve digresión, otro tanto cabe decir de la mayoría de nuestros alimentos, de los que se conocen tan pocos datos seguros de composición, que los Químicos de los laboratorios de análisis de alimentos (secciones correspondientes de los Institutos Provinciales de Higiene o Laboratorios Municipales, por ejemplo) encuentran a veces grandes dificultades para dictaminar, incluso después de un minucioso análisis del producto sometido a examen. Estudiar nuestros alimentos para llegar a conocerlos bien; he ahí una nueva tarea patriótica.

#### Valoración racional del pescado teniendo en cuenta su composición.

Desde el punto de vista social es sumamente interesante comparar el valor nutritivo de los alimentos con su valor comercial.

En relación con nuestros análisis de pescados españoles hemos querido el Sr. RODRÍGUEZ DE LAS HERAS y yo deducir consecuencias económicas de nuestros resultados, cotejándolos entre sí, bajo consideración, al mismo tiempo, de los precios correspondientes en el mercado en la época de nuestros trabajos. De poco sirve un conocimiento de la composición y el valor nutritivo de los alimentos si, a la vista de sus precios, no se saben deducir consecuencias de indudable interés. La alimentación racional, ha dicho un autor, es una cuestión de oferta y demanda: ésta es hecha por los Fisiólogos, mientras que aquélla corresponde a los Economistas.

Dos modos hay de valorar racionalmente los alimentos desde el punto de vista económico.

En uno de ellos se comparan simplemente los alimentos por el valor en calorías, no de pesos iguales, sino de las cantidades, libres ya de desperdicios, que pueden adquirirse por la misma cantidad de dinero (una unidad por ejemplo). Así se llega a lo que NEUMANN llamó «*Nährwertgeld*» (1) y que yo he denominado en castellano «equivalencia del dinero en calorías» en los diversos alimentos.

Su determinación es muy sencilla a la vista de los datos de composición del alimento de que se trate, siempre que se conozcan el porcentaje de desperdicios y el precio de adquisición. A partir del precio del kilogramo de alimento y del porcentaje de desperdicios se calcula, mediante una sencilla proporción, el precio neto o mejor la cantidad de la materia en cuestión que puede adquirirse por una unidad de dinero, una peseta en nuestro caso. Sea por ejemplo  $d$  el tanto por ciento de desperdicios y  $v$  el precio del kilogramo bruto. Se tendrá:  $1000 - 10 \times d$  gramos de material limpio han costado  $v$  pesetas, luego  $x$  gramos costarán una peseta.

$$\frac{1000 - 10 \times d}{v} = \frac{x}{1}$$

Sean ahora  $g$  y  $p$  los tantos por ciento de grasas y proteínas contenidas en el material considerado (si éste contuviese además hidratos de carbono, lo que no ocurre con el pescado, como ya dije anteriormente, se razonaría lo mismo en relación con ellos), mediante dos sencillas proporciones calcularemos las cantidades de ambas clases de alimentos primarios contenidos en los  $x$  gramos que, según el cálculo anterior, se adquieren por una peseta:

$$\frac{100}{g} = \frac{x}{y}; \quad \frac{100}{p} = \frac{x}{z}$$

(1) Véase ZIEGELMAYER: «Unsere Lebensmittel und ihre Veränderungen», 3.<sup>a</sup> edición. Dresden y Leipzig, 1942.

IV.- COMPOSICIÓN DE LA SARDINA

| Núms.                      | Peso bruto de los lotes analizados | Peso neto después de limpios | % de desperdicios | % de carne comestible | CARNE  |         | MUSCULAR FRESCA         |           |       |                      | CARNE SECA Y DESENGRASADA |           |       |
|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------|--------|---------|-------------------------|-----------|-------|----------------------|---------------------------|-----------|-------|
|                            |                                    |                              |                   |                       | AGUA % | GRASA % | PROTEÍNAS %<br>N × 6,25 | CENIZAS % | TOTAL | CALORÍAS por 100 gs. | PROTEÍNAS %<br>N × 6,25   | CENIZAS % | TOTAL |
| 1                          | 448,0                              | 280,0                        | 37,5              | 62,5                  | 55,30  | 27,36   | 14,81                   | 1,43      | 98,90 | 315,2                | 85,41                     | 8,25      | 93,66 |
| 11                         | 164,0                              | 105,0                        | 36,0              | 64,0                  | 72,25  | 7,43    | 17,99                   | 1,54      | 99,21 | 142,9                | 88,53                     | 7,60      | 96,13 |
| 18                         | 116,0                              | 70,0                         | 39,7              | 60,3                  | 73,10  | 7,41    | 16,73                   | 1,41      | 98,65 | 137,5                | 85,85                     | 7,23      | 93,09 |
| 19                         | 155,0                              | 90,0                         | 41,9              | 58,1                  | 74,40  | 4,72    | 18,44                   | 1,77      | 99,33 | 119,5                | 88,32                     | 8,48      | 96,80 |
| 20                         | 214,0                              | 129,0                        | 39,7              | 60,3                  | 73,30  | 4,72    | 19,05                   | 1,85      | 98,92 | 122,0                | 86,67                     | 8,42      | 95,09 |
| 22                         | 360,0                              | 205,0                        | 43,0              | 57,0                  | 70,20  | 6,02    | 20,45                   | 2,13      | 98,90 | 139,8                | 85,99                     | 8,96      | 94,95 |
| 27                         | 191,0                              | 120,0                        | 37,2              | 62,8                  | 70,16  | 0,93    | 22,33                   | 6,11      | 99,53 | 100,2                | 77,24                     | 20,47     | 97,71 |
| 28                         | 236,0                              | 150,0                        | 36,4              | 63,6                  | 70,00  | 2,05    | 21,44                   | 5,61      | 99,10 | 107,0                | 76,71                     | 18,70     | 95,41 |
| 31                         | 520,0                              | 300,0                        | 42,3              | 57,7                  | 71,81  | 2,52    | 21,55                   | 2,87      | 98,75 | 111,8                | 83,95                     | 10,19     | 94,14 |
| 32                         | 450,0                              | 265,0                        | 41,1              | 58,9                  | 71,40  | 3,40    | 20,90                   | 3,39      | 99,09 | 117,3                | 82,93                     | 11,84     | 94,77 |
| 33                         | 518,0                              | 295,0                        | 43,0              | 57,0                  | 64,40  | 4,85    | 23,00                   | 6,23      | 98,48 | 139,4                | 74,80                     | 17,49     | 92,29 |
| 37                         | 385,0                              | 224,0                        | 41,8              | 58,2                  | 76,00  | 1,55    | 19,46                   | 2,30      | 99,31 | 94,2                 | 86,68                     | 9,59      | 96,27 |
| 38                         | 333,0                              | 187,0                        | 43,8              | 56,2                  | 75,74  | 2,05    | 19,47                   | 2,35      | 99,61 | 98,9                 | 87,66                     | 9,67      | 97,33 |
| 40                         | 265,0                              | 159,0                        | 40,0              | 60,0                  | 70,48  | 2,97    | 21,43                   | 4,79      | 99,67 | 115,5                | 80,72                     | 16,22     | 96,94 |
| 43                         | 441,0                              | 277,0                        | 37,0              | 62,8                  | 59,56  | 9,45    | 22,50                   | 6,71      | 98,22 | 180,1                | 72,60                     | 16,59     | 89,19 |
| Composición media. . . . . |                                    |                              | 39,6              | 60,4                  | 69,9   | 5,8     | 20,0                    | 3,4       | 99,1  | 136                  | 82,9                      | 12,0      | 94,9  |



donde  $y$  será la cantidad de grasa y  $z$  la de proteínas adquiridas por una peseta invertida en el alimento en cuestión. Bastará ahora multiplicar  $y$  por 4,1 y  $z$  por 9,3 (equivalentes caloríficos de 1 g. de proteína y 1 g. de grasa admitidos en las tablas de SCHALL) para obtener dos números que, sumados, nos darán, en definitiva, el valor en calorías de una peseta invertida en el alimento que se considere.

Si con los resultados del análisis se da ya el número de calorías que corresponden a 100 gramos de carne muscular fresca, el cálculo es, naturalmente, más rápido y sencillo. Sea  $N$  este número en el alimento de que se trate. Entonces, una vez calculado  $x$  (véase más atrás) se dirá:

Si 100 gramos suministran  $N$  calorías,  $x$  gramos proporcionarán  $w$ :

$$\frac{100}{N} = \frac{x}{w}$$

donde  $w$  es ya el equivalente de 1 peseta en calorías.

Dato fundamental para estos cálculos es, como ya he dicho, el tanto por ciento de desperdicios que, por cierto, no suele darse en los análisis de pescado, no obstante su interés. Este porcentaje incluyó en los cálculos hechos a base de nuestros análisis únicamente los desperdicios de cocina y mesa, ya que los de mercado no interesa tenerlos en cuenta si el precio que se considera es el de venta al detall.

Nosotros comparamos, desde este punto de vista del equivalente de la peseta en calorías, los diversos pescados analizados, entre sí y con dos alimentos proteicos básicos, la leche y la carne de vaca, encontrando resultados interesantes. En el segundo de nuestros trabajos citados en la página 37 puede verse una tabla comprensiva de los resultados obtenidos.

En el segundo modo de valorar económicamente los alimentos se tiene en cuenta, además del valor en calorías,

el hecho de que éstas son distintamente apreciadas según sean suministradas por las proteínas o por las grasas (o por los hidratos de carbono, en su caso), distinguiéndose incluso entre las proteínas y las grasas de origen vegetal y animal. A cada uno de estos alimentos primarios se le atribuye un coeficiente especial, independiente del alimento concreto que se considere. Estos coeficientes se han establecido por el método de los mínimos cuadrados, estudiando las relaciones de valor que corresponden a las calorías de hidratos de carbono, grasas y proteínas en los precios de los alimentos en el mercado. Claro que estos precios varían constantemente, pero ello no parece influir en la *valoración relativa de las distintas clases de calorías*. Nosotros utilizamos en los cálculos los siguientes coeficientes:

|                      | Proteínas | Grasas | Hidratos de carbono |
|----------------------|-----------|--------|---------------------|
| Alimentos animales.  | 8         | 2      | 1                   |
| Alimentos vegetales. | 3         | 2      | 1                   |

que fueron calculados por KÖNIG y PLONSKIER (1).

Pues bien; aceptados estos coeficientes, se multiplican por ellos las calorías correspondientes a los contenidos de un peso dado del alimento que se considere (por ejemplo, 100 g.) en los diversos principios inmediatos (por ejemplo, en nuestro caso del pescado, las calorías de las proteínas por 8 y las de grasas por 2) obteniéndose así, para los 100 g. considerados, lo que los alemanes llaman «*Preiswerteinheiten*» y que yo he denominado en castellano unidades de valor intrínseco o, más brevemente, «valor intrínseco». Basta luego establecer la comparación con los precios netos para, mediante cálculos enteramente

(1) «Handbuch der Lebensmittelchemie», por A. BÖHMER, A. JUCKENACH y J. TILLMANS. Berlín 1936. Véase tomo III, capítulo Fleisch von Klatblütern, por A. BEHRE.



análogos a los antes desarrollados, obtener las unidades de valor intrínseco que pueden adquirirse por una unidad de dinero en los diversos alimentos que se trate de comparar.

Los resultados obtenidos en la comparación de los pescados analizados por nosotros entre sí y con la leche y la carne de vaca desde el punto de vista de las equivalencias de la peseta, tanto en calorías como en unidades de valor intrínseco, pueden verse en la segunda de mis citadas publicaciones. Me limitaré a reproducir aquí la tabla (V p. 68) resumida, en la que los resultados están redondeados (en honor a la sencillez de los números) al 25 por 100.

En esta tabla se ha tomado como pescado tipo de comparación la boğa, que fué el más barato de los analizados (precios de 1935/36). Los valores que aparecen en las casillas se refieren a la especie de pescado de su fila respecto del alimento tipo de su columna. Así, por ejemplo, en la fila correspondiente al congrio y columna referente a la leche (unidades de valor intrínseco) el número 2 significa que, el congrio, desde ese punto de vista, cuesta doble que la leche, es decir, que las mismas unidades de valor intrínseco se adquirirían (a aquellos precios) por una peseta de leche que por dos de congrio. Las expresiones tales como «4/3 más barato» significan que las mismas calorías o las mismas unidades de valor intrínseco se obtenían por una peseta en el alimento que sirve de tipo de comparación (boğa, leche o carne de vaca) que por 0,75 pesetas en el pescado de que se trate.

Claro es que los resultados de estas comparaciones no tienen un valor permanente, sino circunstanciado a la constancia de los precios, o mejor dicho de sus relaciones entre sí (que son desde luego mucho menos variables que los precios mismos). Además, las cifras medias de composición están muy lejos de ser definitivas y, aunque lo

fuesen, ya he hablado anteriormente del valor relativamente grande de las desviaciones que se presentan. Por lo que a los pescados se refiere, hay que reconocer que sus precios son sumamente variables<sup>1</sup> y así lo comprobamos nosotros al estudiar matemáticamente los del período considerado (Octubre 1935 a Julio 1936) oscilando en la misma plaza desde un valor a otro superior a veces al duplo, según la mayor o menor abundancia, la presentación, etc., e incluso dentro de un mismo día según la hora.

No pretendo, claro es, en una quimera teorizante, llegar a ver a las amas de casa realizando cálculos meticulosos, más o menos logarítmicos, a base de listines de precios y tablas de composición de alimentos antes de enviar a sus sirvientes al mercado, ya que esos cálculos, además de prolijos y enfadosos, tendrían las más de las veces muy poco valor práctico, como se desprende de lo dicho. Pero no cabe duda de que debe aspirarse a superar el estado actual en el que las adquisiciones se hacen simplemente a base del precio bruto de los alimentos resultando que, muchas veces, lo que parece barato es en realidad caro e inversamente. Nadie pensará, por ejemplo, que uno de los alimentos más caros que puede adquirirse es la almeja, como demuestra ZIEGELMAYER (loc. cit.) teniendo en cuenta el enorme porcentaje de desperdicios (90 por 100) y el no mucho menos elevado contenido en agua de la parte comestible (82 por 100). Resulta, según dicho autor que, por el mismo dinero con que se adquieren en almejas solamente 172,7 calorías, pueden comprarse en leche 2161 calorías.

Volviendo a nuestros análisis de pescado, los resultados obtenidos demuestran que aquellas clases consideradas habitualmente como de lujo, tales como la lubina (1)

(1) En realidad nosotros no analizamos lubina sino baila, pero ambas especies son muy próximas biológicamente y por lo tanto habrán de tener composiciones muy semejantes; y en cuanto al precio se cotizan exactamente del mismo modo.

lo son, efectivamente (véase la tabla), pero considerando la equivalencia del dinero en ellos no resultan menos caros, por ejemplo, los gallos, calificados generalmente de baratos.

Ha de tenderse, ya que no a dar números fijos (suponiendo que ello fuera posible), que las gentes difícilmente se habituarían a manejar, sí al menos a clasificar los alimentos en categorías como ha hecho en Alemania NEUMANN después de detenidos estudios sobre los porcentajes de desperdicios, llevados a cabo en las cocinas militares y de experimentación de Munich (1).

Dicho autor ha clasificado los alimentos que se consumen corrientemente en Alemania, en cuatro clases, según el número de calorías netas que se obtienen en ellos por 1 Reichsmark:

- I. Por 1 R. M. de 1 a 150 calorías (alimentos de lujo).
- II. » » » 150 a 500 »
- III. » » » 500 a 1500 »
- IV. » » » 1500 a 9000 » alimentos populares).

Dadas las condiciones anormales del mercado actual y las frecuentes variaciones de los precios, no nos hemos atrevido a clasificar (R. DE LAS HERAS y yo) en forma análoga, con arreglo a cifras, los pescados por nosotros analizados. Pero sí hemos podido agruparlos en tres clases fundándonos en valores únicamente relativos:

Pescados populares: boga, boquerón, alacha, sardina, volador (cefalópodo), pajel, faneca, palometa y dorada (ordenados de más barato a más caro a los precios de la época considerada).

Pescados de precio medio: calamar (cefalópodo), aligote o rumbel, escacho o gallineta, congrio, pescadilla, rape y

(1) NEUMANN: «Wirtschaftlichkeit in der Küche». *Zeitschrift für Volksernährung*. 5, 300 (1930).

besugo (también de más barato a más caro y con igual salvedad).

Pescados caros: lubina, salmonete.

Otro resultado obtenido, confirmando lo ya encontrado por PUYAL y TORRES (1), es que al lado de la pescadilla, recomendada como pescado blanco a los dispépticos, convalecientes, ancianos, etc., por su escaso contenido en grasa, pueden agruparse entre los pescados populares (con una facilidad de digestión muy semejante) la breca o pajel, la palometa y sobre todo la faneca con sólo un 0,4 por 100 de grasa (según nuestros análisis), es decir, lo mismo que la pescadilla. La faneca debe ser, pues, elegida como pescado blanco popular.

Como se ve, los estudios químico-analíticos del tipo del llevado a cabo por nosotros para algunos pescados, después de muchos análisis químicos y unos pocos cálculos, repetidos cuando las condiciones del mercado varíen substancialmente, permitirán deducir consecuencias de un indiscutible valor social, de que podrán aprovecharse, por ejemplo, la Intendencia del Ejército y la Administración de los grandes centros penales o benéficos. En Alemania, el Dr. WILHELM ZIEGELMAYER (ya citado), cultivador de esta clase de estudios, desempeña actualmente un alto cargo cerca del Alto Mando del Ejército, lo que, a mi entender, constituye una consagración de la utilidad de estos conocimientos como guía de la alimentación de las grandes masas de hombres combatientes. En Francia funciona actualmente un Instituto de Higiene de la Alimentación, en el que se determina la ración nutritiva que puede adquirir con su cartilla cada individuo o cada familia, en la que se han tenido en cuenta las calorías necesarias considerando la edad, peso, sexo, profesión, etc., de las personas.

(1) «Los pescados del Cantábrico». *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*. 31, 81 (1933).

V. - Comparación de los precios con los valores alimenticios

de los pescados analizados, de la leche y de la carne de vaca.

| NOMBRE CIENTÍFICO                                     | NOMBRE VULGAR                 | B O                   |    | G A                             |  | L E C H E             |                                 | C A R N E             |                                 |
|---|-------------------------------|-----------------------|----|---------------------------------|--|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|
|   |                               | En calorías           |    | En unidades de valor intrínseco |  | En calorías           | En unidades de valor intrínseco | En calorías           | En unidades de valor intrínseco |
| Aurata aurata (L.) . . . . .                          | Dorada . . . . .              | 3 1/4 veces más caro. |    | 3 1/2 veces más caro.           |  | 3 veces más caro.     | 1 1/2 veces más caro.           | Igual                 | 4/3 veces más barato.           |
| Beryx decadactylus (C. y V.) . . . . .                | Palometa . . . . .            | 2 1/2 »               |    | 2 1/2 »                         |  | 2 1/4 »               | Igual                           | 4/3 veces más barato. | 2 »                             |
| Box boops (L.) . . . . .                              | Boga . . . . .                | ×                     | .. | ×                               |  | Igual                 | 2 1/2 veces más barato.         | 4 »                   | 4 »                             |
| Brama rai (Bloch) . . . . .                           | Castañeta o japuta . . . . .  | -                     |    | -                               |  | -                     | -                               | -                     | -                               |
| Engraulis encrassicholus (L.) . . . . .               | Boquerón . . . . .            | 1 1/4 »               |    | 1 1/4 »                         |  | 1 1/4 veces más caro. | 2 »                             | 4 »                   | 4 »                             |
| Gadus luscus L . . . . .                              | Faneca . . . . .              | 2 1/4 »               |    | 2 »                             |  | 2 »                   | 4/3 »                           | 4/3 »                 | 2 »                             |
| Lepidorhombus whif-jagonis (Walb.) . . . . .          | Gallo . . . . .               | 10 1/4 »              |    | 9 1/4 »                         |  | 9 1/2 »               | 3 3/4 veces más caro.           | 3 veces más caro.     | 2 veces más caro.               |
| Leptocephalus conger (L.) o Conger conger (L.)        | Congrio . . . . .             | 5 1/2 »               | .. | 5 »                             |  | 5 »                   | 2 »                             | 1 1/2 »               | Igual                           |
| Lophius piscatorius (L.) . . . . .                    | Rape . . . . .                | 6 1/2 »               |    | 5 1/4 »                         |  | 6 »                   | 2 1/4 »                         | 2 »                   | 1 1/4 veces más caro.           |
| Merluccius merluccius (L.) . . . . .                  | Pescadilla . . . . .          | 6 1/4 »               |    | 4 3/4 »                         |  | 5 1/2 »               | 2 »                             | 1 3/4 »               | Igual                           |
| Morone punctata (Bloch) . . . . .                     | Baila . . . . .               | 11 1/4 »              |    | 10 »                            |  | 10 1/4 »              | 4 »                             | 3 1/4 »               | 2 1/4 veces más caro.           |
| Mugil cephalus L. . . . .                             | Mujol o Lisa . . . . .        | -                     |    | -                               |  | -                     | -                               | -                     | -                               |
| Mullus barbatus L. . . . .                            | Salmonete . . . . .           | 9 »                   | .. | 10 3/4 »                        |  | 8 1/4 »               | 4 1/4 »                         | 2 3/4 »               | 2 1/4 »                         |
| Pagellus acarne (Risso) . . . . .                     | Aligote o Rumbel . . . . .    | 5 »                   |    | 4 1/4 »                         |  | 4 1/2 »               | 1 3/4 »                         | 1 1/2 »               | Igual                           |
| Pagellus erythrinus L. . . . .                        | Breca o Pajel . . . . .       | 2 1/4 »               |    | 2 1/4 »                         |  | 2 »                   | Igual                           | 4/3 veces más barato. | 2 veces más barato.             |
| Sardina pilchardus (Walb) . . . . .                   | Sardina . . . . .             | 1 3/4 »               |    | 2 »                             |  | 1 1/2 »               | 4/3 veces más barato.           | 2 »                   | 2 »                             |
| Sardinella aurita (C. y V.) . . . . .                 | Alacha . . . . .              | 1 1/4 »               |    | 2 »                             |  | 1 1/4 »               | 4/3 »                           | 2 »                   | 2 »                             |
| Sparus cantabricus (Asso) o Pagellus orphus (Laceps). | Besugo . . . . .              | 7 »                   |    | 6 3/4 »                         |  | 6 1/4 »               | 2 3/4 veces más caro.           | 2 veces más caro.     | 1 1/2 veces más caro.           |
| Trigla cuculus L. . . . .                             | Escacho o gallineta . . . . . | 5 »                   |    | 4 »                             |  | 4 1/2 »               | 1 3/4 »                         | 1 1/2 »               | Igual                           |
| Loligo vulgaris Lamarck . . . . .                     | Calamar . . . . .             | 4 1/4 »               |    | 4 »                             |  | 4 »                   | 1 1/2 »                         | 1 1/4 »               | 4/3 veces más barato            |
| Todaropsis veranyi (Girard) . . . . .                 | Volador . . . . .             | 1 3/4 »               |    | 2 »                             |  | 10 3/4 »              | 4/3 vs. más barato.             | 2 vs. más barato      | 2 »                             |

Y aún debería llegarse a más cuando renazca la normalidad en los mercados y no se antepongan a estas consideraciones barreras de insuficiente abastecimiento que impidan seguir las; debería a mi juicio, establecerse algún servicio de orientación popular, por ejemplo en forma de publicaciones sencillas análogas a las aparecidas en otros países (1), aconsejando a los trabajadores modestos para la elección de raciones alimenticias suficientes, administradas en minutas adecuadas a sus posibilidades económicas, sin llegar al agotamiento de éstas. Fuerza es reconocer que, con frecuencia, el malestar y el rencor popular no han tenido otro origen que la alimentación inadecuada y hasta, triste es decirlo, insuficiente.

#### **Las albúminas de pescado en la alimentación y en la industria textil.**

Para completar esta exposición sobre la utilización del pescado como alimento, señalando la contribución a ella de los estudios técnicos en general (no sólo los químicos, claro es, y si mi fijo únicamente en ellos no es más que por natural unilateralidad de oficio) habría de hacer una reseña de los diversos métodos de conservación (enfriamiento, congelación, desecación, salazón, ahumado, enlatado, etc.), cada uno de los cuales ha planteado y plantea con frecuencia numerosos problemas a los científicos y técnicos industriales que los estudian con vistas a la utilización de nuevas materias primas o a una mejora de los productos. Pero ello sería materia más que sobrada para una amplia exposición, acaso no del todo adecuada a este lugar y esta ocasión, y no cabe ya, desde luego, en los límites de este discurso. Únicamente y por la novedad que para algunos de vosotros pueda acaso

(1) Véanse «*Beihefte zur Zeitschrift Die Ernährung*».

constituir, dada la falta de publicaciones sobre la materia en lengua castellana, voy a referirme al nuevo producto alemán «albúminas de pescado», cuyo descubrimiento, elaboración y aplicación constituyen una cadena muy breve en el tiempo, pero densa de estudios y experiencias.

Impulsada la investigación técnica alemana, en los años que precedieron a la guerra, por el deseo de contribuir a la autarquía alimenticia del país, se pensó, muy atinadamente, que la fuente principal y más rica de proteínas para el abastecimiento del país había de ser el pescado.

Es éste, como ya he dicho, un excelente alimento nitrogenado, pero no sirve, no obstante, para abastecer a ciertas industrias de la alimentación por lo fácilmente que se descompone, así como por su olor y sabor poco a propósito. Caso típico de estas industrias lo constituyen la fabricación de mayonesas, la pastelería, la repostería y ramas similares, las cuales venían consumiendo en Alemania anualmente unos 100.000 quintales métricos de huevos y productos derivados (polvo de huevos de diferentes clases), importados casi exclusivamente de China, en condiciones higiénicas no siempre satisfactorias y con la consiguiente exportación de divisas que el llamado «plan cuatrienal» trataba de evitar a todo trance.

Y surgió el planteamiento del problema con toda claridad: ¿No sería posible llegar a obtener *pescado en polvo*, inodoro e insípido, conservable en buenas condiciones para sustituir a las albúminas de otras procedencias y especialmente a la del huevo? Naturalmente que, para ello, había que desproveer al pescado de su gran porcentaje de agua (como se venía ya haciendo en la industria de las harinas de pescado, excelente pienso para aves y animales de engorde) y, además, de la grasa, tan fácil al enranciamiento y que, aun sin sufrirlo, comunica al pescado su olor y sabor típico, junta-

mente con otras substancias. Ahora bien; si al pescado se le subtrae su agua y su grasa, lo que quedan son sus protefnas más o menos puras.

Ya en el año 1935, la *Deutsche Eiweissgesellschaft*, de Hamburgo, se planteó concretamente el problema de obtener protefnas secas del pescado, inodoras e insfpidas. Y como el planteamiento de un problema en términos claros es ya el primer gran paso para resolverlo, no hemos de extrañarnos que, después de estudios y ensayos más o menos laboriosos, el Dr. METZNER, del *Institut für Fischverarbeitung*, de Hamburgo-Altona y el Director HILTNER, de la citada empresa, lograran un método industrializable para la obtención de tal producto. En él, dadas las aplicaciones a que se le quería destinar, era, como ya he dicho, condición fundamental la eliminación de las substancias que comunican al pescado su olor y su sabor *sui géneris*, conservando, no obstante, intactas las complicadas y nada sufridas moléculas proteicas.

Una vez logrado esto se llegó a disponer de un nuevo e interesantísimo modo de conservación del pescado, cuya enorme importancia no pudo preverse en un principio. A los ensayos y experiencias de laboratorio y de fábrica siguieron paralelamente minuciosos y no menos interesantes ensayos culinarios dirigidos por la propia esposa del Director HILTNER, ya fallecida, entusiasta colaboradora en la empresa, que fué, día a día, encontrando nuevos modos de aplicación del reciente producto. Se buscaron especialmente usos análogos a los del polvo de huevo y protefnas de la leche o de la sangre de los animales. Y el éxito fué coronando por todas partes los continuos esfuerzos, de tal modo que, en sólo dos años, se pasó de la fase de las primeras experiencias de laboratorio al lanzamiento comercial del producto.

Éste substituye, en ocasiones hasta con ventaja, unas veces a la yema de huevo (como emulsificador muy estable

y resistente a la cocción en la preparación de mayonesas) y otras al huevo completo (pastelería, fabricación de keiks, polvos para puddings, helados, etc.).

Analizado el producto por el Dr. METZNER, dió la siguiente composición (1):

|   |       |           |
|---|-------|-----------|
| Protefnas. . . . .                                      | 93,90 | por 100.  |
| Humedad. . . . .  | 4,65  | »         |
| Sal común . . . . .                                     | 0,09  | »         |
| Grasa. . . . .  |       | indicios. |
| Cal (CaO) . . . . .                                     | 0,42  | por 100.  |
| Cenizas. . . . .  | 0,80  | »         |
| Ácido lecitin-fosfórico . . . . .                       | 0,22  | »         |
| Fósforo total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ). . . . . | 0,53  | »         |
| Yodo orgánico. . . . .                                  | 0,003 | »         |

Digestibilidad de las protefnas: prácticamente de 100 por 100.

Dadas las múltiples aplicaciones que ha recibido el producto, se fabrica no en un tipo único, sino en dos formas llamadas insoluble y soluble, conteniendo ésta un 85 por 100 aproximadamente de protefnas puras y de un 7 a un 8 por 100 de sales neutras.

Hacía falta determinar su valor biológico para ver si las protefnas resultaban afectadas en este sentido a través del proceso de fabricación. Y de este estudio fué encargada una eminencia científica, el Prof. EMIL ABDERHALDEN, de Halle, el cual encontró en la masa procedente de la hidrólisis ácida de 100 g. de protefnas de bacalao las siguientes cantidades en gramos de diversos aminoácidos (2):

(1) Véase O. MECHEELS y P. HILTNER: «Das Fischeiweiss in Ernährung und Kleidung». *Mitteilungen des Deutschen Forschungsinstitut für Textilindustrie M. Gladbach-Rheydt*. Heft. 5. 1939.

(2) *Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologischen Chemie*, 1936, p. 156; *Deutsche Fischerei Rundschau*, Heft. 9. 1936.



|                      |          |                      |     |
|----------------------|----------|----------------------|-----|
| Glicocola. . . . .   | presente | Ácido aspártico. . . | 0,6 |
| Alanina . . . . .    | 5,7      | Ácido glutámico . .  | 7,5 |
| Serina . . . . .     | 1,8      | Fenilalanina. . . .  | 1,1 |
| Cisteína . . . . .   | presente | Tirosina . . . . .   | 2,0 |
| Cistina + cisteína.  | 0,6      | Arginina . . . . .   | 6,8 |
| Metionina. . . . .   | 0,3      | Lisina . . . . .     | 8,0 |
| Valina . . . . .     | 3,7      | Histidina. . . . .   | 4,8 |
| Norvalina. . . . .   | 0,4      | Prolina. . . . .     | 2,8 |
| Norleucina . . . . . | 0,4      | Oxiprolina . . . . . | 0,9 |
| Leucina . . . . .    | 7,5      | Triptofano . . . . . | 2,1 |
| Isoleucina . . . . . | 1,5      |                      |     |

Del mayor interés es el hecho de la presencia de la cisteína y el elevado contenido en triptofano, aminoácido del que algunos Fisiólogos suponen necesita el hombre ingerir diariamente unos tres gramos.

No se conformó, por cierto, el Prof. ABDERHALDEN con esta laboriosa y difícil evaluación de aminoácidos, sino que, experimentando con dos lotes de ratas, a las que se administraron dietas con la única diferencia de contener la una proteínas de bacalao y la otra una cantidad igual de caseína (proteína tipo en esta clase de experiencias) pudo observar un mayor aumento de peso, al cabo de 43 días, en los animales alimentados con las ictioproteínas.

Establecido así el gran valor alimenticio de este producto, dispone ahora Alemania de un medio excelente para absorber rápidamente el exceso de pescado, consecuencia frecuente de las grandes capturas, transformándolo en un producto de alto valor económico.

No se crea, empero, que quepa pensar en llegar a estas proteínas tan puras partiendo de residuos de pescado como los que se destinan a la transformación en harinas para el ganado; su obtención ha de partir, por el contrario, de filetes de pescado fresco y en las mejores condiciones de conservación. Es más, ni siquiera puede elaborarse en esta

forma toda clase de pescados, sino que se utilizan exclusivamente los poco o nada grasos y especialmente los grandes gádidos. Pero ello no resta nada de su enorme importancia a este nuevo producto derivado del pescado.

Al tiempo de mi referida visita a los centros de investigación científico-pesquera de Alemania (verano de 1941), existía, creo, en el país, una única fábrica de proteínas de pescado, cuya situación omitiré por elemental deber de discreción en las actuales circunstancias de guerra.

El producto ha sido bautizado con el nombre de «Wiking Eiveins», es decir, albúminas Wiking, en homenaje a la intrepidez de los antiguos normandos o vikingos. La casa central de la empresa radicaba en Hamburgo y tuve ocasión de visitarla y de ser allí afectuosamente recibido, realizándose ante mí diversas pruebas análogas a las que se verifican en los cursos prácticos de propaganda. Para ello la sala de conferencias está separada por una mampara de cristales de una cocina eléctrica modelo donde, a la vista del público, se preparan mayonesas diversas y se confeccionan los más variados productos de repostería y confitería, principales aplicaciones de este material en las industrias de la alimentación. Uno de los inconvenientes con que las proteínas de pescado han debido luchar, lo constituyó el natural prejuicio de que los productos elaborados con ellas habrían de saber a pescado: de ahí la importancia de estas conferencias y pruebas destinadas principalmente a personas a quienes debía interesar su consumo, tales como dueños de hoteles, restaurantes, hornos, pastelerías, fabricantes de pastas y galletas, etc., así como como cocineros y demás obreros de las mismas industrias. Se tenía gran confianza en que estas personas, después de haber asistido a las conferencias y pruebas, se constituirían espontáneamente en los mejores propagandistas de las albúminas Wiking. A mi presencia se confeccionaron diversos productos de pastelería, así como mayonesas, a fin de convencerme de que el pretendido sabor

a pescado era mero producto de la imaginación (*Einbildungssache*); debiendo confesar aquí, en honor a la estricta verdad, que sin la adición de alguna esencia o principio aromático se percibe realmente aún, en las golosinas, un ligerísimo sabor a pescado, no producido ya, posiblemente, por sustancias extrañas, sino debido al propio sabor de las proteínas mismas. Ahora bien; la adición de cualquier aroma (vainilla, por ejemplo), en la proporción corriente, encubre en absoluto dicho casi inapreciable sabor a pescado, lográndose así productos excelentes, como pude observar también.

Nada le ha faltado a la propaganda del nuevo producto: conferencias, cursos prácticos, folletos con recetas culinarias y de repostería (1), películas, exposiciones ambulantes, participación en grandes exposiciones generales, tales como la celebrada en 1937 bajo el lema «Hamburgo en el plan cuatrienal», etc. En ese mismo año obtuvieron las proteínas Viking un gran premio en un concurso celebrado entre las industrias alemanas de panadería y similares. Por último, patrocina el propio mariscal Göring esta nueva industria con el mayor entusiasmo, habiéndola incluido entre las protegidas del plan cuatrienal del Reich.

¿Qué horizontes tiene esta industria en un porvenir más o menos próximo? Ignoro cuál sea el volumen de la producción actual, acaso sometida a los inevitables vaivenes de la guerra; y me concreto a transcribir las esperanzas, que pude recoger, de llegar a lograr substituir con estas proteínas los 600 a 800 millones de huevos que importaba anualmente Alemania antes de la guerra, dedicando incluso a la exportación un posible y considerable sobrante.

Todas estas realidades y esperanzas serían ya bastante para considerar la fabricación de estas albúminas de pescado como un gran progreso industrial de nuestros tiempos;

(1) «Zeitgemässe Wiking-Eiweiss Rezepte».

pero aún hay más. Los Químicos alemanes recordaron, ante la posesión de esta nueva materia prima, que las fibras textiles animales están constituidas por proteínas, preguntándose si no sería aquélla también utilizable para la fabricación de tejidos. En este sentido los estudios del producto en cuestión han sido perfectamente sistemáticos y además meticolosísimos.

Se han estudiado las propiedades de resistencia y elasticidad de las proteínas de los músculos, muy distintas de otras proteínas, tales como la caseína, cuyo papel biológico consiste en servir de alimento al ser recién nacido y no el intervenir en el trabajo muscular. Se ha hecho aplicación de las relaciones, descubiertas por STAUDINGER, entre la resistencia a las acciones mecánicas y la longitud y la forma de las cadenas atómicas de las macromoléculas, relaciones que establecen un paralelo entre el tamaño lineal de las cadenas formadas con intervención de las valencias principales y la unión de las mismas entre sí formando redes y haces merced a uniones por grupos cargados eléctricamente o por covalencias, llegándose incluso a dar una interpretación teórica del mecanismo químico-molecular de la contracción y la extensión del músculo por la unión peptídica de cadenas para integrarse en una mayor o, recíprocamente, el refraccionamiento de ésta, por rotura de dichas uniones, al variar el pH del medio.

Así resulta explicado el hecho de que las proteínas del pescado, que han de cumplir esta misión, sean más estables que la caseína. De ésta se sigue pensando (aunque ya hay quien afirma lo contrario) que es de naturaleza esferocoloidal a diferencia de las proteínas musculares macrolineales, idea que parecen haber confirmado los estudios röntgenográficos de una y otras. Los ensayos de disgregación han probado, en consonancia con estas ideas, que las proteínas musculares del pescado son más resistentes a la acción de los álcalis que la caseína; se hidrolizan más

diffícilmente. Esto hace más laboriosa la incorporación de dichas proteínas de pescado a la viscosa, que es la materia textil artificial a que se le agrega, pues rara vez se han preparado fibras integradas exclusivamente por ellas. Frente al ataque por los álcalis parece, no obstante, que las proteínas de pescado no se comportan como una sustancia única.

Los métodos técnicos de la indicada adición (en cantidad hasta de un 30 por 100) a la viscosa han sido objeto de estudios sumamente minuciosos, lográndose las mejores condiciones de incorporación mediante tratamientos adecuados, como igualmente la coagulación del hilo líquido en los baños de precipitación más diversos conteniendo ácidos minerales u orgánicos. Las proteínas Wiking, simplemente desleídas en los baños de viscosa, o agregadas después de haber sido previamente disgregadas, van repartiéndose paulatinamente en la masa de ésta, dando lugar a una fibra «animalizada» de cualidades mejores que la celulosa pura. Parece que en esta fibra animalizada las proteínas desempeñan el mismo papel de «blindaje» que la cutícula en la fibra del algodón y el epitelio escamoso en la de lana.

Se han estudiado las condiciones de resistencia mecánica de esta celulosa animalizada con proteínas de pescado o «wikilan» mediante pequeñas y curiosas máquinas, una de las cuales imita, por ejemplo, el frotamiento de los codos contra la superficie de una mesa. También en este sentido los resultados han sido excelentes.

Este «wikilan» admite grasas y ceras, reteniéndolas tan enérgicamente, que no se pierden en un «ennoblecimiento» ulterior de las fibras. Conserva bien el calor, asemejándose en este sentido más a la lana que al algodón o la seda artificial. Es susceptible de un hermoso rizado. Y, por último, se tiñe bien con los colorantes del algodón, especialmente con los bis-azoicos, lográndose una perfecta

igualdad de tono con el algodón sin más que teñir ambos en un mismo baño, sucesivamente, a dos temperaturas distintas. En mi visita a la Eiweiss-Gesellschaft pude ver, en efecto, madejas de wikilan teñidas en diversos y vistosos colores con un aspecto sedoso, por su brillo y su rizado, verdaderamente atractivo.

No parece interesar la fabricación de fibra totalmente formada de proteínas de pescado pues, por ahora, no se ha logrado obtenerla en forma que corresponda a las exigencias de un empleo general análogo al de la lana.

Ya tenemos, pues, la fibra textil parcialmente compuesta de proteínas de pescado, es decir, los tejidos, los trajes, las alfombras, los tapices..., etc., de pescado. Todos estos productos fueron exhibidos en la ya citada exposición de Hamburgo. ¿Cabía alguna sorpresa mayor de la Técnica Química?

Pues no es ésta la única aplicación, al margen de la alimentación de las albúminas Wiking, ya que han tenido igualmente éxito en la industria de curtidos, en la fabricación de deterativos, es decir, sucedáneos del jabón, en la obtención de resinas o materias plásticas artificiales (1), en la preparación de pinturas resistentes al roce, al lavado y a los agentes atmosféricos, en la obtención de lacas y en la fabricación de extintores (de espuma) contra incendios...

Con todo, su aplicación a la alimentación, proporcionando al pueblo grandes cantidades de proteínas excelentes y baratas, es sin duda la más importante de este maravilloso derivado del pescado y, por hoy, la única, ya

---

(1) En realidad esta aplicación de las proteínas de pescado se ensayó industrialmente con mucha anterioridad a la fabricación de las albúminas Wiking. Véase, por ejemplo, W. W. JOHNSTON: «Fish muscle plastics». *Annual report on the work of the Biological Board of Canada for the year 1932*. Ottawa (1933), p. 59.



que, por el tiempo que dure la guerra, el gobierno alemán ha prohibido todo otro uso.

\* \* \*

Hemos visto aquí varios ejemplos interesantes del mejoramiento en la explotación y en la valoración del pescado, producto el más importante de los que nos brinda el mar, impulsado principalmente por la labor ingeniosa e incansable de los Químicos de todos los países. Quiera Dios que la horrible hecatombe casi universal de esta guerra termine pronto con una paz justa y estable y que los hombres, en un clima de vida más grato, puedan aplicar de nuevo las luces de su inteligencia y los esfuerzos de su trabajo a la resolución de problemas técnicos, que no se refieran a medios de sembrar la muerte y la destrucción, con la vista puesta siempre en un mañana mejor para todos.

\* \* \*

No quisiera terminar en el uso de la palabra sin expresar mis más vehementes deseos de que, al entrar en vigor la nueva Ley Universitaria, logre nuestra nueva Facultad mejorar rápidamente sus imprescindibles instalaciones, completándose las de los laboratorios ya existentes y terminándose las obras en los que aún faltan, entre los que se cuentan, precisamente, los correspondientes a la disciplina a mi cargo. También urge ir organizando una biblioteca propia, adquiriendo, en cuanto sea factible, al ritmo más rápido posible y sacrificando si es necesario otras atenciones menos perentorias, libros y revistas nacionales y, sobre todo, extranjeros, ya que los españoles los encuentran, tanto el alumno como el profesor, con suficiente facilidad. No dispone todavía esta Facultad ni de una sola colección de revistas extranjeras y en estas condiciones los profesores, abocados

a una atrofia científica, no podremos, por grande que sea nuestra voluntad y por mucho que nos esforcemos, formar a nuestros discípulos ni como investigadores científicos ni siquiera como técnicos de industria debidamente capacitados, habituados a consultar las mejores fuentes para la indagación experimental.

También quisiera dar las gracias a nuestras dignísimas autoridades y a la Asociación Universitaria por el calor con que protegen la labor de esta alma máter castellana, prodigando, en admirable emulación, la creación de becas y premios. Sus esfuerzos serían a mi juicio todavía más fructíferos que hasta ahora (me refiero, claro es, concretamente a mi Facultad) si esos premios y becas se destinasen, al menos en gran parte, en lo sucesivo, no a los alumnos, sino a los graduados de los últimos cursos que son los que, por haber completado sus estudios y disponer del tiempo que a los otros absorben las lecciones orales y los trabajos de laboratorio durante el curso y los campamentos de verano y los cursos de la Milicia Universitaria durante el período de vacaciones estivales, podrán extraer el debido fruto de la generosa y espléndida protección que se les otorga. Por ello, al dar rendidamente las gracias a nuestras dignas autoridades, y a la Asociación Universitaria, seguramente presentes o representadas todas en este acto, por su valiosa cooperación, quisiera solicitar de ellas una nada difícil modificación de las normas de adjudicación de sus premios y becas en el sentido apuntado.

HE DICHO