



Tecnología del Producto Pesquero I

Clase n°4

Cambios post-mortem en el pescado



Cambios organolépticos

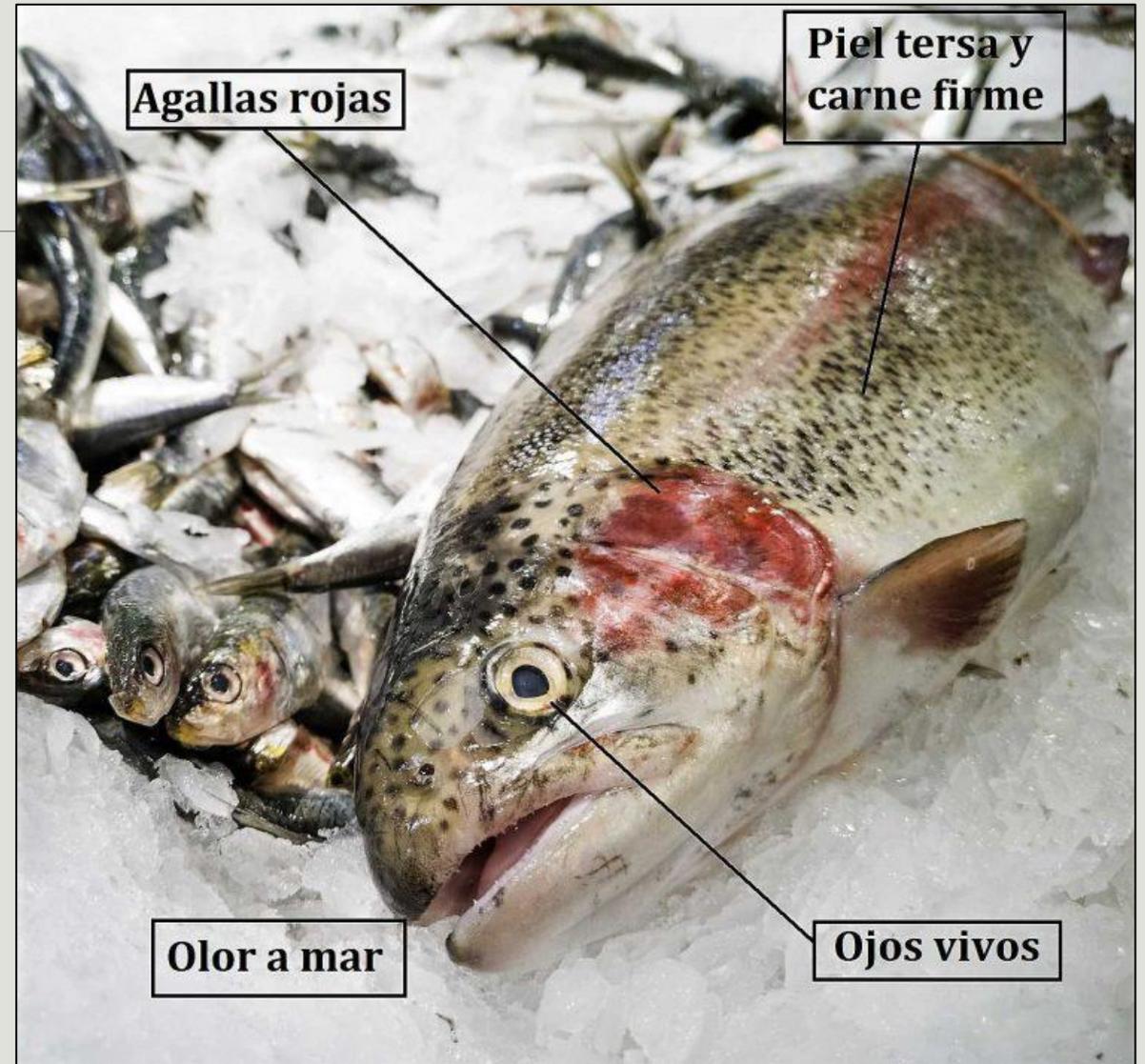
Los cambios organolépticos son aquellos percibidos por los sentidos, es decir:

*apariencia

*olor

*textura

*gusto.



Cambios en el pescado fresco crudo

Los primeros cambios son, en particular, aquellos relacionados a la **apariciencia y textura** y al **rigor mortis**.

Inmediatamente después de la muerte el músculo del pescado está totalmente relajado.

El pescado es blando y flexible, y la textura es firme y elástica al tacto. Después de poco tiempo el tejido muscular se contrae.

Cuando el mismo se torna duro y rígido y todo el cuerpo se vuelve inflexible, se dice que el pescado esta en rigor mortis

Filetes de bacalao

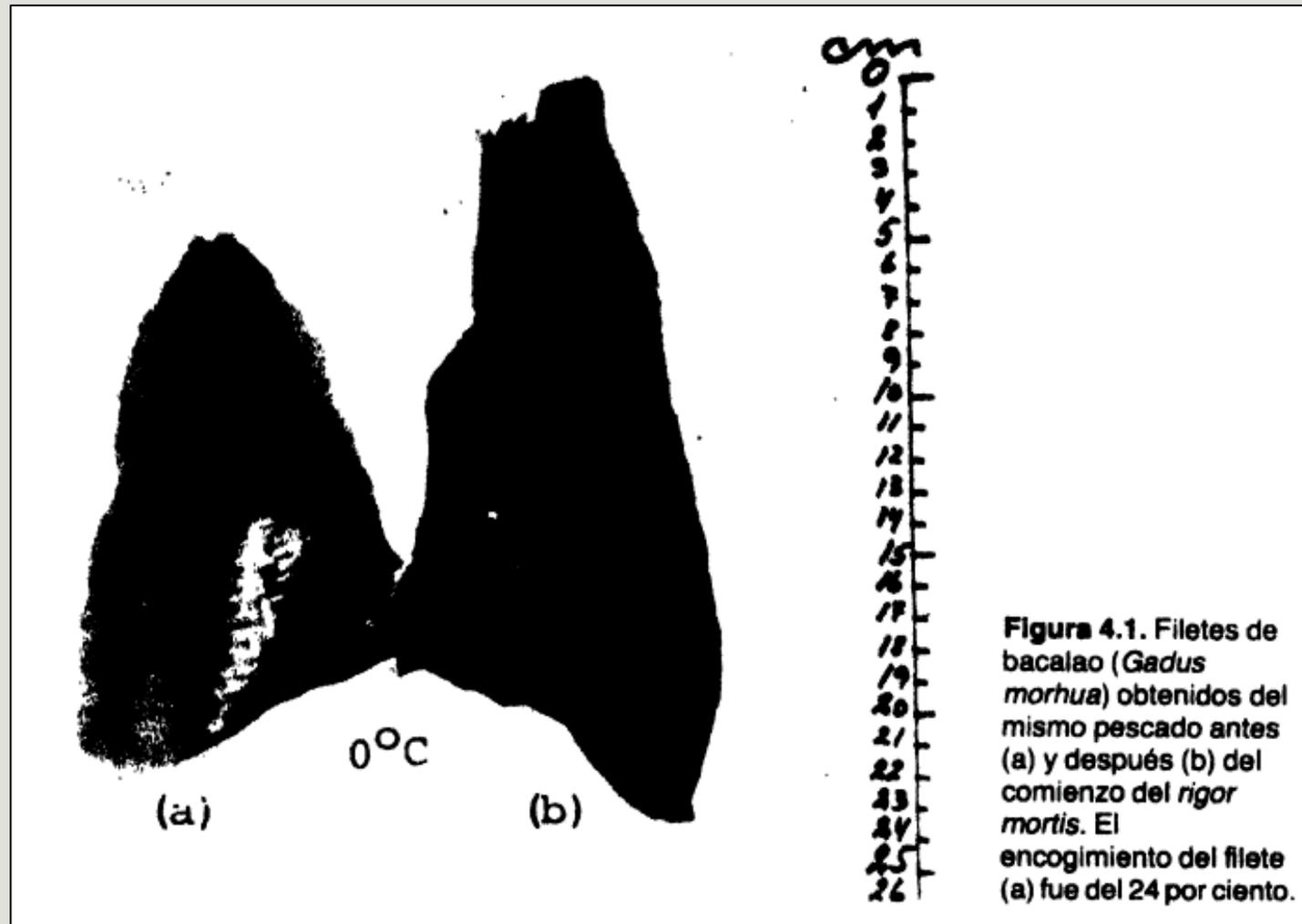


Figura 4.1. Filetes de bacalao (*Gadus morhua*) obtenidos del mismo pescado antes (a) y después (b) del comienzo del *rigor mortis*. El encogimiento del filete (a) fue del 24 por ciento.

Composición de los peces

Si el pescado se filetea en pre-rigor, el músculo puede contraerse libremente y los filetes se encogerán y tendrán una superficie surcada.

El músculo oscuro puede encogerse hasta un 52 por ciento y el músculo blanco hasta un 15 por ciento de su longitud original (*Buttkus, 1963*).

Después del rigor el tejido muscular retorna a su estado relajado. Con alguna experiencia es posible distinguir entre pescado en pre y post-rigor ya que el pescado en pre-rigor es totalmente flexible (*Trucco et al. , 1982*) y no presenta marcas de presión cuando es sometido a ella suavemente.

El tiempo involucrado en cada una de las etapas de desarrollo, duración y subsecuente resolución del rigor mortis depende de:

- Especie
- Talla
- Método de captura
- Manipuleo
- Temperatura
- Condiciones físicas del pescado.

Debe señalarse que el pescado exhausto (capturado por arrastre) y el pescado almacenado a altas temperaturas entrará y pasará por la fase del rigor rápidamente. Con los pescados pequeños, veloces y fatigados sucede lo mismo, mientras que en los pescados grandes y pescados planos toma más tiempo.

Si el rigor se desarrolla a altas temperaturas (en el caso del bacalao esto es por encima de 17°C) la tensión muscular del rigor puede llegar a ser muy fuerte y causar “desgajamiento” , es decir, un debilitamiento del tejido conectivo y ruptura del filete.

Desde el punto de vista tecnológico el rigor mortis es de fundamental importancia cuando se congela el pescado, especialmente en el caso del filete.

1. Si el pescado es fileteado en pre-rigor, el filete se encoge; si este filete se congela, **tendrá una textura pobre y aumentarán las pérdidas por exudado.**
2. Si se filetea el pescado en rigor **los filetes son por lo general de buena calidad**, mientras que el fileteado automático es muy dificultoso, obteniéndose un bajo rendimiento. Un manipuleo poco cuidadoso del pescado en rigor causara también desgajamiento.

Recomendación tecnológica:

En principio, se aconseja filetear el pescado en post-rigor y congelar esos filetes; pero a menudo esto no es posible debido a que se necesita una gran capacidad de almacenamiento para el pescado



Deterioro

En general los olores extraños se detectan primero en el área alrededor de la cavidad abdominal. En pescados que no se evisceran después de la captura (como el arenque y la caballa), esto puede ocurrir mucho antes de que el resto del pescado muestre algún signo de deterioro.

En algunos casos, la alta actividad enzimática en las vísceras del pescado capturado durante su período de alimentación puede causar una degradación completa de la pared estomacal e incluso romperla.

Este es un fenómeno llamado “estallido ventral” y puede ocurrir unas pocas horas después de la captura.

Cambios en la calidad comestible

Los cambios en la calidad comestible del pescado enfriado, durante su almacenamiento, pueden ser evaluados por medio de exámenes organolépticos, por ej.: **pescado cocido**.

A continuación tabla de parámetros y características del pescado analizadas para determinar su frescura:

Partes del pescado inspeccionadas	Criterio			
	Puntaje			
	3	2	1	0
Apariencia				
Piel	Pigmentación brillante e indiscente, decoloraciones ausentes Mucus transparente y acuoso	Pigmentación menos brillante Mucus ligeramente opalescente	Pigmentación en vías de decolorarse y empañarse Mucus lechoso	Pigmentación empañada ¹ Mucus opaco
Ojos	Convexos (salientes) Córnea transparente Pupila negra y brillante	Convexos y ligeramente hundidos Córnea ligeramente opalescente Pupila negra y empañada	Planos Córnea opalescente Pupila opaca	Cóncavo en el centro ¹ Córnea lechosa Pupila gris
Branquias	Color brillante Mucus ausente	Menos coloreadas Ligeras trazas de mucus claro	Decolorándose Mucus opaco	Amarillentas ¹ Mucus lechoso
Carne (cortada del abdomen)	Azulada, translúcida, brillo uniforme Sin cambios en el color original	Aterciopelada cerosa, empañada Ligeros cambios en el color	Ligeramente opaca	Opaca ¹
Color (a lo largo de la columna vertebral)	No coloreada	Ligeramente rosa	Rosa	Rojo ¹

CUADRO 4.2. Apreciación de la frescura (cont.)

Partes del pescado inspeccionadas	Criterio			
	Puntaje			
	3	2	1	0
Organos	Riñones y residuos de otros órganos deberían ser rojo brillante, así como también la sangre dentro de la aorta	Riñones y residuos de otros órganos deberían ser rojo empañado; la sangre se decolora	Riñones, residuos de otros órganos y sangre deberían ser rojo pálido	Riñones ¹ , residuos de otros órganos y sangre deberían ser de un color amarronado
	Condición			
Carne	Firme y elástica Superficie uniforme	Menos elástica	Ligeramente blanda (flácida) Menos elástica Cerosa (aterciopelada) y superficie empañada	Blanda (flácida) ¹ Las escamas se separan fácilmente de la piel, la superficie es bastante surcada, tiende a desmenuzarse
Columna vertebral	Se quiebra en lugar de separarse de la carne	Adherente	Ligeramente adherente	No adherente ¹
Peritoneo	Se adhiere completamente a la carne	Adherente	Ligeramente adherente	No adherente ¹
	Olor			
Branquias, piel, cavidad abdominal	A algas marinas	Olor a algas marinas u otro mal olor, ausentes	Ligeramente ácido	Acido ¹



Frescura del pescado

De todos los alimentos, el pescado fresco es uno de los más perecederos: a las pocas horas de salir del mar, empieza a degradarse y a descomponerse fácilmente debido a que posee microorganismos y enzimas adaptadas a bajas temperaturas.

La comprobación organoléptica de la frescura supone determinar el grado de desarrollo alcanzado por los cambios post-mortem en el pescado y mariscos haciendo uso de los sentidos del olfato, vista y tacto.



Modelo de 1 a 4 fases de cambios en la frescura:

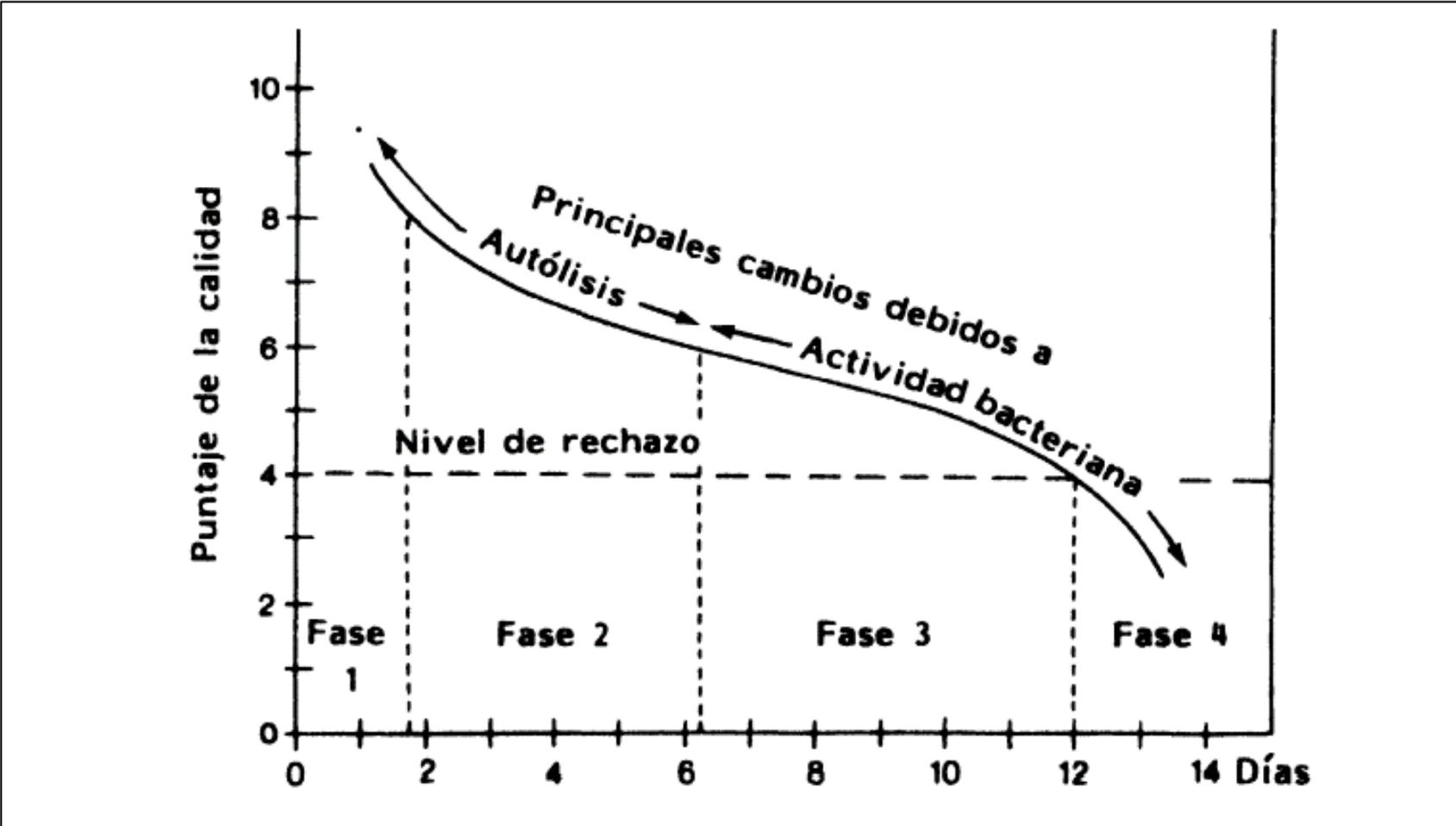
Fase 1: El pescado es muy fresco, con el olor y el gusto específico de la especie. A menudo el sabor es como a algas marinas y delicado.

Fase 2. Hay una pérdida del olor y el gusto característicos. La carne es neutral pero no tiene olores extraños.

Fase 3. Hay signos de deterioro temprano con algunos olores extraños, molestos. Al comienzo, estos olores pueden ser ligeramente ácidos, débilmente dulces, afrutados o como a pescado seco.

Fase 4. El pescado puede caracterizarse como deteriorado y pútrido. No apto para consumo.

Cambios en la calidad alimenticia del bacalao conservado en hielo (FAO 1988)



Cambios autolíticos en el pescado

Enzimas del músculo y su actividad

Cuando un organismo muere:

1. Deja de funcionar el sistema normal de regulación
2. Se detienen el suministro de oxígeno y la producción de energía.
3. Las células comienzan procesos caracterizados por la descomposición del glucógeno (glucólisis) y la degradación de los compuestos ricos de energía.

Los primeros procesos autolíticos en el tejido muscular del pescado involucran a los hidratos de carbono y los nucleótidos. Por cortos periodos de tiempo las células musculares continúan los procesos fisiológicos normales, **pero rápidamente se detiene la producción de ATP.**

Cambios autolíticos en el pescado

Enzimas del músculo y su actividad

En los organismos vivos el ATP se forma por reacción entre ADP y creatina fosfato, siendo el último un reservorio, en la célula muscular, de fosfato rico en energía.

Después de la muerte el ATP es degradado rápidamente. A bajos niveles de ATP se desarrolla el rigor mortis.

Enzimas del músculo y su actividad

El glucógeno se degrada sea por glucolisis.

Dado que no hay provisión de oxígeno, la glucolisis en el tejido muscular post-mortem tiene lugar en condiciones anaerobias siendo el producto final ácido láctico.

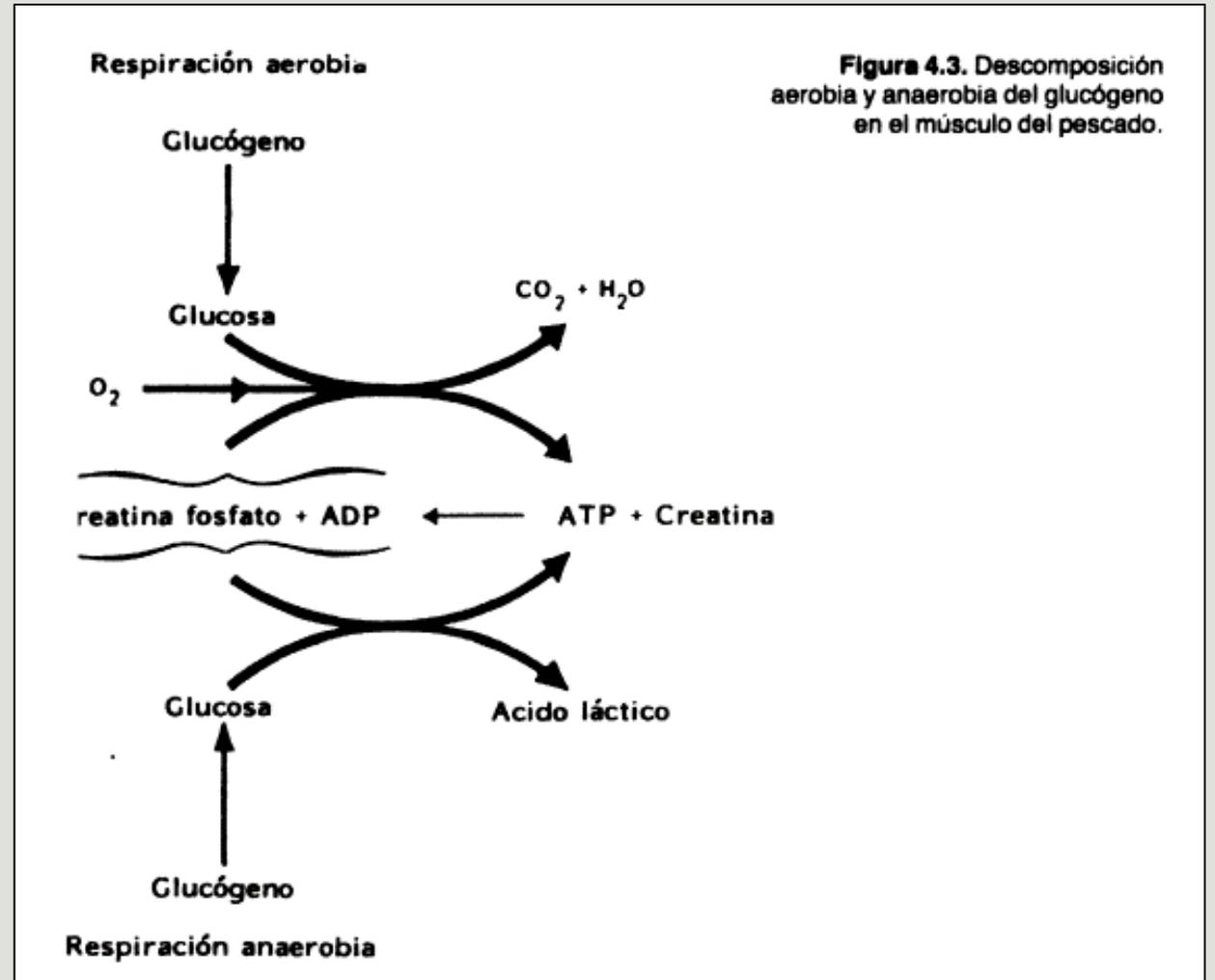
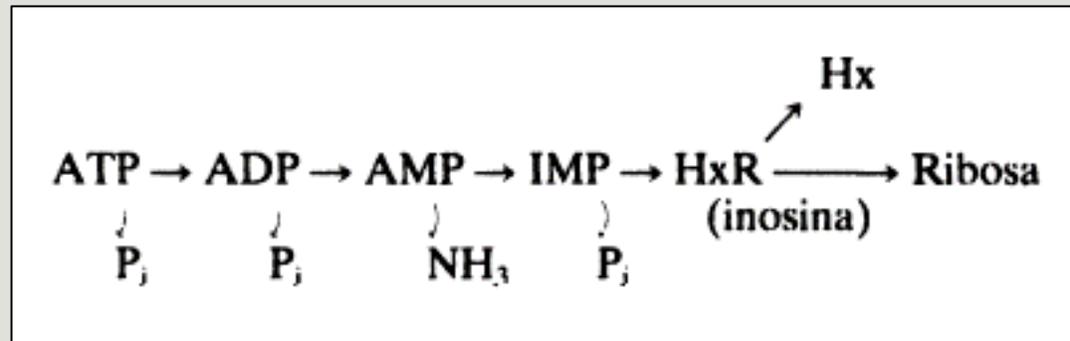


Figura 4.3. Descomposición aerobia y anaerobia del glucógeno en el músculo del pescado.

Enzimas del músculo y su actividad

Los procesos autolíticos mencionados anteriormente se producen de la misma manera en todos los pescados pero la velocidad varia grandemente entre especies.

El ATP se descompone por una serie de reacciones de desfosforilación y de desaminación a inosina monofosfato (IMP) que, a su vez, se degrada a hipoxantina (Hx) y ribosa:



Enzimas del músculo y su actividad

En Japón se han efectuado muchos trabajos a fin de establecer una expresión de la calidad más satisfactoria, y se ha propuesto el denominado valor **K**. Este valor es la relación entre inosina e hipoxantina y el contenido total de compuestos relacionados con el ATP:

$$\mathbf{K(\%)} = \frac{\mathbf{HxR + Hx}}{\mathbf{ATP + ADP + AMP + IMP + HxR + Hx}}$$

Enzimas del músculo y su actividad

El pescado muy fresco, por lo tanto, tiene un valor K bajo, que aumenta gradualmente a una velocidad que depende de la especie.

Se conoce que el IMP y otros 5'-nucleótidos funcionan como fuertes mejoradores del sabor en concentraciones bastante bajas, y que junto con el ácido glutámico dan lugar a un sabor de carne fresca.

La inosina es más o menos insípida mientras que la hipoxantina imparte un sabor agrio o amargo al pescado en proceso de deterioro *(Spinelli, 1965)*.

La pérdida de sabor en la carne de pescado es, por lo tanto, atribuida a la degradación del IMP.

Los azúcares libres y los nucleótidos-azúcares son de **importancia tecnológica** pues intervienen en la reacción de Maillard y por tanto causan emparedamiento durante el calentamiento.

Enzimas del tracto digestivo y su actividad

Es sabido que las enzimas del tracto digestivo desempeñan un papel importante en la autólisis de pescado entero, no eviscerado.

Durante períodos de alimentación intensa, el estómago de ciertos pescados (p.ej. arenque, capelán, espadín y caballa) es muy susceptible de la degradación del tejido y el vientre puede « estallar » unas pocas horas después de la captura.

Todavía no se ha llegado a entender completamente este fenómeno, pero se sabe que el tejido conectivo es frágil si el pH es bajo y el pH post-mortem disminuyó cuando el pescado es capturado durante períodos de alimentación intensa (*Love, 1980*).

Cambios bacteriológicos en el pescado

Flora bacteriana del pescado vivo

Los microorganismos se encuentran en toda la superficie externa del cuerpo (piel y branquias) y en el intestino del pescado vivo y del recién capturado.

Esto refleja el efecto del medio sobre el pescado, siendo que se encuentran recuentos muy bajos en pescados capturados en aguas frías y limpias, mientras que recuentos mucho más altos en pescados de áreas contaminadas o aguas tropicales cálidas .

Cambios bacteriológicos en el pescado

Flora bacteriana del pescado vivo

A menudo se ha considerado que los recuentos en el intestino del pescado son también un reflejo del medio donde se mueve y del alimento ingerido, habiéndose encontrado condiciones cercanas a la esterilidad en pescados no alimentados.

Además, se señala que la flora intestinal varía con las características anatómicas del tracto digestivo, siendo para pescado de aguas templadas bacilos aerobios, anaerobios facultativos, psicrotrofos, gram-negativos de los géneros *Pseudomonas*, *Alteromonas*, etc.

Cambios en la micro flora durante el almacenamiento y el deterioro

Después de una fase de demora, cuya duración depende principalmente de la temperatura, las bacterias del pescado entran en un crecimiento exponencial y, bajo condiciones aerobias, el número total de bacterias alcanza valores altos en la piel cuando el deterioro es manifiesto.

Cambios en la micro flora durante el almacenamiento y el deterioro

A bajas temperaturas, el aumento en el número de bacterias es acompañado por cambios cualitativos, y en los pescados de agua de mar las *Pseudomonas* sp. y *Alteromonas* llegan a ser los géneros dominantes independientemente de la composición de la flora inicial.

A temperatura ambiente alta el pescado se deteriora muy rápidamente (24-36 h).

Bajo condiciones anaerobias o con baja tensión de oxígeno (p.ej., envasado al vacío y almacenamiento en agua de mar enfriada) se han encontrado recuentos totales muy bajos.

Invasión microbiana

En el pescado vivo, sano, y en el recientemente capturado, el músculo es estéril y por lo tanto solo se encuentra contaminación bacteriana en la superficie externa e interna del pescado.

A través de exámenes histológicos se ha demostrado que en el caso del pescado enfriado solo muy pocas bacterias invaden el músculo, y en una etapa bastante tardía (*Shewan y Murray, 1979*).

Invasión microbiana

Exámenes microscópicos de bacalao entero conservado en hielo por 12-14 días mostraron que el filete, como tal, todavía contiene un número muy limitado de bacterias.

Por el contrario, la bacteria realmente penetra en la carne vía colágeno cuando el pescado fue almacenado a altas temperaturas ($> + 8^{\circ}\text{C}$).

En el pescado enfriado la principal actividad bacteriológica tiene lugar, por lo tanto, en la superficie.

Invasión microbiana

Durante el periodo de almacenamiento, puede formarse algo de amoníaco, NH_3 . Una pequeña cantidad de NH_3 se forma durante la autólisis, pero la mayor parte proviene de la desanimación de los aminoácidos.

En los elasmobranquios se forma una considerable cantidad de NH_3 durante el almacenamiento y esto es debido a que la carne es rica en urea, la que descompuesta por bacterias da CO_2 y NH_3 .

Los crustáceos son generalmente más susceptibles al deterioro bacteriano que el pescado.

Generalmente muchos de los olores relacionados con el deterioro son los productos de degradación de los aminoácidos.

Bacterias específicas del deterioro

Aún cuando el número de bacterias en el pescado fresco es a veces muy alto, muchas de estas bacterias no son importantes durante el deterioro.

Las bacterias específicas del deterioro se caracterizan por la habilidad de producir importantes olores y sabores extraños en la carne, constituyendo estos organismos solo la menor parte de la flora presente.

Bacterias específicas del deterioro

Durante el almacenamiento en frío el porcentaje de las bacterias específicas del deterioro normalmente aumenta.

A menudo estas bacterias tienen un tiempo de reproducción corto a temperaturas de enfriamiento.

Las bacterias más activas de las específicas del deterioro en pescado enfriado son gram-negativas, bacilos psicrófilos como *Alteromonas putrefaciens* y ciertos *Pseudomonas*, *Vibrio* y *Aeromonas* spp. (*Shewan, 1977*).

Rancidez

Los cambios más importantes que tienen lugar en la fracción lipídica son los procesos de oxidación, de naturaleza puramente química, pero también la degradación enzimática (enzimas microbianas o del tejido) juega un papel de consideración.

Con pescado graso, en particular, estos cambios conducen a serios problemas de calidad, como sabores y olores rancios y decoloraciones.

En principio se observan dos tipos de rancidez:

- 1 . La auto oxidación , que es una reacción que involucra oxígeno y lípidos no saturados.
2. La autólisis de lípidos, que es una hidrólisis enzimática cuyos productos más importantes son ácidos grasos libres (AGL)

Cambios físicos

Cambios en el pH

El pH del tejido muscular del pescado vivo es cercano a la neutralidad. Debido a la formación anaerobia post-mortem de ácido láctico, el pH disminuye normalmente dentro de los primeros días después de la muerte.

Durante los cambios post-mortem posteriores, el pH es mas o menos constante.

El pH post-mortem inicial varia según las especies, el área de pesca y la época del año.

La variación estacional del pH de la carne esta relacionada con la reserva de energía del pescado, p.ej. glucógeno del hígado y glucógeno del músculo.

Como ya se ha mencionado, el pH post-mortem puede variar considerablemente (pH 5,4- 7,2). Se ha demostrado empíricamente que algunas de las diferencias son especificas de la especie, y experimentalmente que factores como inanición y sobrealimentación influyen en el pH.

Cambios físicos

Cambios en el pH

Aun cuando los cambios en el pH son más bien pequeños, **tienen una gran importancia tecnológica.**

De acuerdo a el pH post-mortem es el factor más significativo que influye en la textura de la carne y en el grado de desgajamiento, es decir, la ruptura del tejido conectivo (miocomata).

Una de las razones de ello es que aún cambios leves en el pH afectan drásticamente las propiedades del tejido conectivo.