

萃取物成分

(extractive components; extractives)

定義：

魚貝類肌肉等組織中的水溶性低分子量成分

生物組織或食品以水、熱水萃取得到的水溶性區分，再除去其中的蛋白質、色素、維生素、多醣類等所剩下的小分子物質，稱為萃取物成分，定義上不包括無機成分。

1/48頁

萃取物成分組成之影響因素

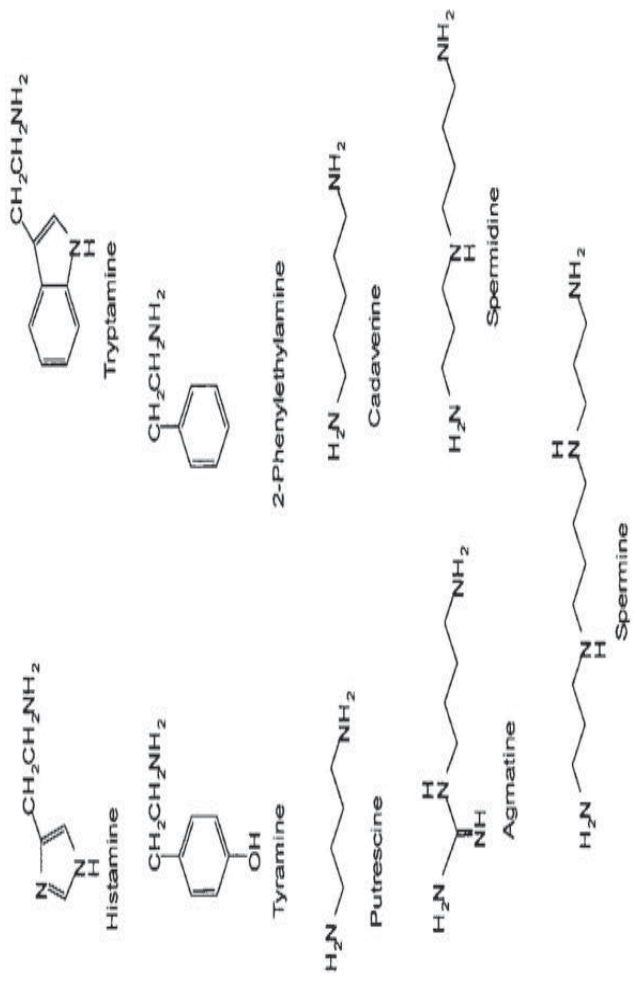
- 種類
- 季節
- 生長及生理狀態
- 棲息環境因子：salinity
- 絕食
- 餌料
- 死後變化：handling and storing conditions

萃取物 (extract)

- 熱水萃取➡ 分離脂肪、殘渣等➡ 濃縮後的乾物。
- 蛋白質沉澱劑(乙醇、三氯醋酸 trichloroacetic acid、過氯酸 perchloric acid、苦味酸 picric acid 等)溶液萃取➡ 除去蛋白質沉澱劑➡ (脫脂)➡ 萃取物

萃取物成分的重要性

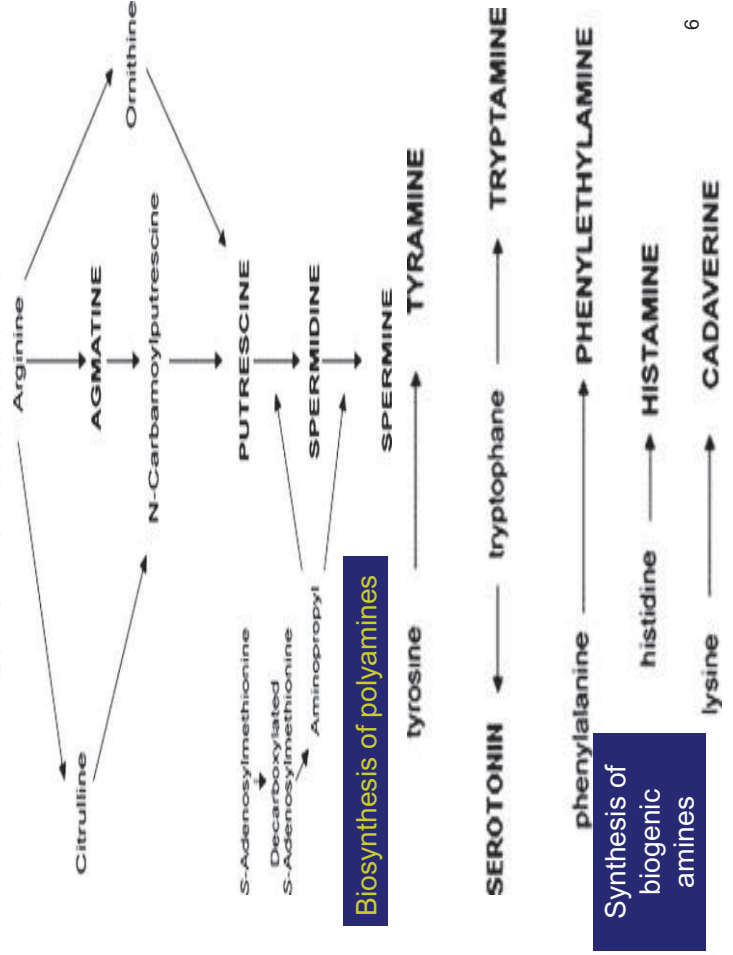
- 生理、生化代謝之關係物質
- 食品化學領域：
 - 風味(flavor)、美味性(palatability)
 - 安全性(safety)：生物胺(biogenic amines)的前驅物質
 - 鮮度品質(freshness quality)



Chemical structure of some biogenic amines

水產食品得消費與利用

- **鮮度品質(freshness quality)**
 - 貯藏條件與環境條件之影響
 - 鮮度變化的特徵
 - 貯藏/食用期限 (shelf life)
 - 衛生與安全性問題
- **風味或官能性質 (flavor or sensory properties)**
 - 消費者接受性 (consumer acceptance)
 - (特有) 風味、美味、質地、顏色等
 - 與鮮度品質的好壞密切相關
 - 影響組成含量之因素多



風味品質：

- 影響水產品消費接受性之首因
- 原有的風味特徵
- 加熱、料理後產生的風味特徵
- 鮮度逐漸降低，原有風味逐漸減弱至消失，並產生不良異臭味。
- 利用性

萃取物成分的組成

- 含氮成分 (nitrogenous components)
 - ◎ 游離胺基酸(free amino acids)
 - ◎ 胜肽(peptides)
 - ◎ 核苷酸成分(nucleotides)
 - ◎ 有機鹽基類(organic bases) – 肌酸(creatine), 氧化三甲胺(trimethylamine oxide), 尿素(urea), 四級胺鹽基類(quaternary ammonium bases), **opines**等

- 非含氮成分 (nonnitrogenous components)
 - ◎ 有機酸(organic acids)
 - ◎ 醣類(sugars)

不包括『無機離子(inorganic ions)』

非蛋白態氮(non-protein nitrogen) // 萃取物氮(extractive nitrogen)

⊕ 板鰓類 > 紅肉魚 > 白肉魚 ⊕ 無脊椎動物 > 脊椎動物

表3-17 魚介類肌肉的總氮量及萃取物氮含量 (mg / 100g)

魚 介 類	總氮量 (A)	萃取物 氮 量 (B)	$\frac{B}{A} \times 100$	魚 介 類	總氮量 (A)	萃取物 氮 量 (B)	$\frac{B}{A} \times 100$
魚類				軟體類			
鼠較	3,840	1,450	37.8	鎖管	3,370	884	26.2
白斑星鯊	3,820	1,410	36.9	日本魷	2,900	728	25.1
赤土魴	3,040	1,280	42.1	牛角蚶	3,700	787	21.3
鮪	3,620	749	20.7	螺螺	3,010	507	16.8
鯉	3,720	735	19.8	鮑魚	2,280	506	22.2
秋刀魚	3,810	599	15.7	文蛤	2,010	450	22.4
青花魚	3,490	509	14.6	正蛤	2,000	429	21.5
真鱈	3,070	354	11.5	甲殼類	1,310	311	23.7
嘉鱈	3,410	389	11.4	日本龍蝦	3,150	803	25.5
剥皮魚	2,960	340	11.5	斑節蝦	3,730	766	20.5
高眼鰈	2,910	356	12.4	鱈場蟹	2,620	863	32.9
鯉	2,840	346	12.6	慈愛蟹	2,960	618	20.9
烏魚	3,670	321	8.7	蟻仔	2,660	564	21.2
鰻	2,310	290	12.6				

•可食部分 (清水等人，1954；須山等人，1958；鴻巢等人，1978；其他) 11

Distribution percentage of non-protein nitrogenous compounds in fish and shellfish

	白肉魚	鯉魚	鯊魚	蟹	蝦	鎖管	貝
Free amino acids	10	25	5	75	65	50	35
Peptides	5	5	5	5	15	15	35
Nucleotides	15	10	5	5	5	5	5
Creatine & Creatinine	50	35	10	-	-	-	-
TMAO	15	15	20	10	5	15	5
Urea	-	-	55	-	-	-	-
Betaines	-	-	-	5	10	5	15
Ammonia & Amides	5	10	-	-	-	-	5
Octopine	-	-	-	-	-	10	-

表3-18 魚介類肌肉的游離胺基酸含量 (mg / 100g)

胺基酸	鼠鯊	嘉鱈	比目魚	紫河魷	青花魚	真鰻	黃鰭鮪	鯉鰻	灰鮑 ^{•1}	海扇貝	斑節蝦	龍蝦	慈愛蟹	
牛磺酸	44	138	171	123	84	75	26	50	946	664	784	150	68	243
天冬胺酸	7	+	+	1	-	1	1	1	9	21	4	-	-	10
蘇胺酸	7	3	4	10	11	15	3	8	82	13	16	13	6	14
絲胺酸	10	3	3	4	6	3	2	5	95	24	8	133	107	17
羧胺鹽基 ^{•2}														
天冬胺酸	2	1	2	2	7	-	-	+	-	5	-	-	-	+
羧胺酸	12	5	6	4	18	13	3	9	109	103	140	34	7	19
脯胺酸	7	2	1	13	26	6	2	8	83	16	51	203	116	327
甘胺酸	21	12	5	20	7	10	3	9	174	329	1925	1222	1078	623
丙胺酸	19	13	13	22	26	21	7	23	98	130	256	43	42	187
胱胺酸	-	7	3	1	2	6	7	9	37	14	8	17	19	30
纈胺酸	6	+	+	1	2	1	3	5	13	11	3	12	17	19
甲硫胺酸	5	3	1	2	7	1	3	6	18	10	2	9	17	29
異白胺酸	8	4	1	3	14	5	7	10	24	20	3	13	12	30
白胺酸	5	2	1	2	7	1	2	4	57	16	-	20	11	19
酪胺酸	4	2	1	1	4	1	2	4	26	20	2	7	6	17
苯丙胺酸	-	-	-	-	-	-	-	+	20	-	-	-	-	10
色胺酸	8	4	1	1	676	289	1220	1340	23	9	2	16	13	8
組織胺酸	3	11	17	128	93	54	35	33	76	25	5	52	21	25
離胺酸	6	2	3	20	11	3	1	+	299	94	323	902	674	579
精胺酸														

•1 可食部分

•2 以天冬胺酸計

+: 極微量 - : 檢測不出

(藤田等人，1972；鴻巢等人，1974；須山等人，1975；其他)

水產動物肌肉中主要含氮萃取物成分(核甘酸除外)之分布(mg/100 g)

	鯧鯨	鼠鯨	鯉魚	黑魷	嘉鱈	魚	比目	香鱈	鮑魚	扇貝	日本魷	班節蝦	紅蝦	慈愛蟹	南極蝦
甘胺酸	4	21	9	12	12	5	37	174	1925	55	1220	526	623	116	116
丙胺酸	12	19	23	20	13	13	15	98	256	38	43	90	187	106	106
脯胺酸	4	7	8	4	2	1	13	83	51	897	203	71	327	217	217
精胺酸	7	6	+	+	2	1	4	299	323	49	902	181	579	266	266
組胺酸	2	8	1340	667	4	1	26	23	2	164	16	6	8	17	17
牛磺酸	4	44	50	63	138	17	154	946	784	415	150	46	243	206	206
草魚鹼										1130					
肌肽	194	0	252	+			0								
鵝肌肽	19	1060	559	767			104								
Balenine	1730	0	0	0											
甘胺甜菜鹼								975	339	584	763		357	106	106
氧化三甲胺		1100			246	313		3	20	935		537	338	212	212
尿素	19	1520			718										
肌酸	333	507	337	312	464	443									
非蛋白態氮	702	1450	802	562	396	332	345	506	764	887	835	533	618 ¹³	494	494

• 無脊椎動物和魚類在肌肉FAA含量組成之差異

- 1. FAA總量：無脊椎動物、紅肉魚 > 白肉魚
甲殼類 > 貝類（鮑魚及九孔例外）

- 2. 組成特徵：

◎精胺酸(arginine)含量多：
以磷酸精胺酸(phosphoarginine)形式存在，當作一種磷
醯源(phosphagens)（掌控生活時高能量磷酸的貯藏
和供給）

◎含量較高者：
廣鹽性魚介類中，甘胺酸(glycine)、丙胺酸(alanine)、
脯胺酸(proline)、牛磺酸(taurine)等含量高。和滲透壓
調節之功能有關。在軟體動物，精胺酸、甘胺酸、
丙胺酸、脯胺酸、牛磺酸等和丙酮酸形成opines，
此和嫌氣性代謝有關。

◎含量特別高者：
蝦蟹類之甘胺酸、鮑魚及九孔之牛磺酸等

游离胺基酸(free amino acids; FAA)

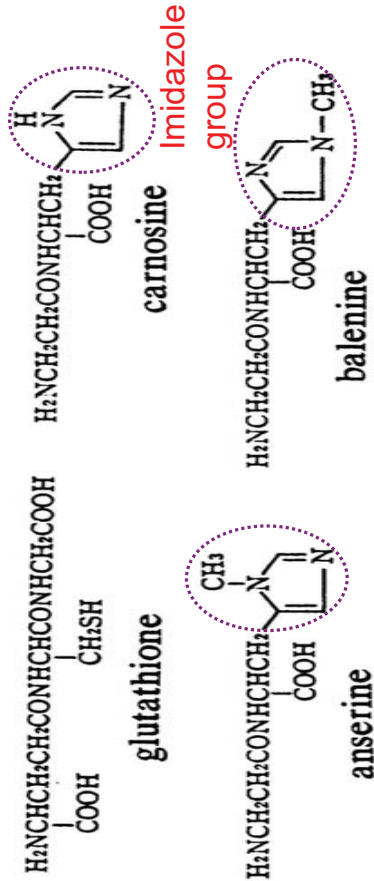
- 魚類肌肉的FAA組成特徵

1. 組胺酸(histidine; His)

特別高含量：迴游性魚類，運動性愈大者
低含量：底棲性魚類、貝類、甲殼類
紅肉魚 > 中間型魚種 > > 白肉魚
Histidine-containing peptides

2. 牛磺酸(taurine)：白肉魚 > 紅肉魚

胜肽(peptides)



- 三聚肽：穀胱甘肽(glutathione; GSH: γ-L-glutamyl-L-cysteinylglycine)，參與氧化還原反應。
- 2 GSH (reduced form) ⇌ GSSG (oxidized form)
- Histidine-containing dipeptides：分布在特定的魚種。
 - ◎肌肽(carnosine, β-alanyl-L-histidine)
 - 鰻魚（特別高）、鯖魚
 - ◎鵝肌肽(anserine, β-alanyl-1-methyl-L-histidine)
 - 鯖魚、鮭魚
 - ◎ balenine (蛇肉肽 ophidine, β-alanyl-3- methyl-L-histidine)
 - 鯨魚
- ◎作為pH buffering agents：imidazole group的pK值在生理pH附近，短時間激烈運動所進行嫌氣性能量代謝而生成 氫離子，提供緩衝能而避免肌肉的pH降低。

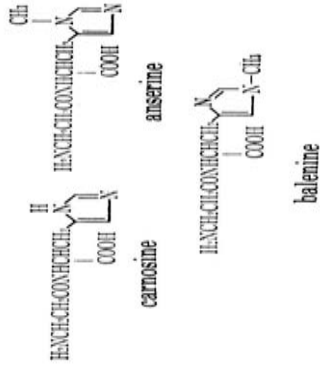


表3-20 魚類肌肉的組胺酸及關連化合物的含量 (μ mol/g)

魚 種	組胺酸	肌肽	鵝肌肽	異鵝肌肽
鯉	93.5	2.90	51.1	147.5
普通肉	13.3	0.56	7.31	21.2
血合肉	15.9	2.64	105	123.5
黑皮旗魚	4.79	+	21.1	25.9
飛鳥	31.1	+	8.43	39.9
普通肉	1.75	+	1.59	3.34
血合肉	2.75	+	17.2	19.8
普通肉	0.59	+	3.03	3.62
血合肉	10.1	+	+	10.1
普通肉	0.37	18.3	+	18.7

3~10個體平均值
+：極微量
(阿部，1985)

表2.4.3 魚類肌肉之緩衝能和參與化合物^{a)}

參與化合物	黑皮旗魚		虹 鱖	
	普通肉	血 合 肉	普通肉	血 合 肉
肌肉均質物	97.5(100)	54.6(100)	56.7(100)	29.0(100)
肌原纖維蛋白質	8.9(9)	14.3(26)	13.3(23)	10.4(36)
肌漿蛋白質	9.9(10)	6.2(11)	5.5(10)	3.3(11)
無機磷酸	17.3(18)	16.0(29)	26.2(46)	11.4(39)
咪唑化合物	60.6(62)	13.2(24)	9.9(17)	2.2(8)

數值為緩衝能 (μmol NaOH / pH · g肌肉，pH6.5~7.5，20℃)，括弧內為對肌肉均質物緩衝能之參與率 (%)。

水產動物肌肉中 imidazole compounds (umole/g)的分布

水產動物	組胺酸	肌肽	鵝肌肽	balenine
軟骨魚	+	+	1~33	+
硬骨魚				
鯖亞目	20~120	~10	~120	±
鮭亞目	~10	+	7~42	±
鰻亞目	+	7~25	+	+
鯉亞目	4~25	+	+	±
鱈亞目	+	±	±	±
哺乳類				
鬚 鯨	+	6~13	+	50~65
齒 鯨	+	10~20	1~6	16~25

+，1 μmol / g 以下；±，微量或未檢出。

核苷酸與相關化合物 (nucleotides and related compounds) / ATP 及其相關化合物 (adenosine triphosphate and its related compounds)

- 核苷酸(nucleotides)：鹽基(bases) + 核糖(ribose) + 磷酸(phosphates)
- 魚介類肌肉：adenine nucleotide為主，含量4-9 μmole/g。
- ATP：能量代謝
- ATP的死後變化：變化速率及途徑依種類、致死條件、貯藏條件等的不同而異。

ATP → ADP → AMP → IMP → Inosine → Hypoxanthine

↑ adenosine ↓
- Inosine 蓄積型、Hypoxanthine蓄積型、中間型
- 鮮度指標：K值(K-value) [Saito等，1959]

生物/食品中：核苷酸nucleotides、核苷nucleosides、
鹽基nucleobases (bases)

表3-21 鱈肌肉的核苷酸含量*1 (μ mol/g)

	貯藏天數*2	ATP	ADP	AMP	IMP
正常魚	0	5.34	0.576	0.690	1.26
	1	0.113	0.639	0.109	4.34
	8	0.04	0.22	0.04	0.59
疲勞魚	0	0.260	0.426	0.057	5.86
	1	0.120	0.196	0.055	4.34
	2	0.095	0.202	0.125	4.30
	6	0.10	0.14	0.14	0.66

*1 4~6試料的平均 (JONES等人, 1957、1958)
*2 2°C儲藏
*3 拖網漁獲魚

Table 2.3. NUCLEOTIDE DEGRADATION THAT OCCURS IN FISH MUSCLE ONCE THE FISH DIES



表3-22 海產無脊椎動物肌肉中核苷酸的變化(μ mol/g)

	經過天數*1	ATP	ADP	IMP	AMP	HxR · Hx*2
蝦腹部肌肉	0	0.61	2.09	0.00	0.94	0.00
	28	0.18	0.17	1.61	1.31	6.14
毛蟹腳部肌肉	0	5.87	1.75	0.00	0.29	0.00
	35	0.35	0.46	1.98	3.47	1.14
章魚腕肌	0	2.48	1.43	0.00	0.67	0.68
	20(小時)	0.60	1.43	0.00	0.89	2.31
日本魷外套膜肌	0	7.48	1.53	0.00	0.55	0.01
	20(小時)	0.83	2.89	0.00	4.70	1.35
海扇貝閉殼肌	0	3.48	1.18	0.00	1.56	0.00
	1	0.92	1.17	0.00	1.52	2.99
鮑魚足肌	0	3.48	0.59	0.00	0.20	0.00
	45	0.30	0.92	0.00	3.04	0.00

*1 -5°C貯藏
*2 HxR : inosine : Hx : hypoxanthine (齋藤, 1961)

Table 2.4. DIFFERENT RATIOS OF THE OBSERVED INDIVIDUAL CONCENTRATIONS OF NUCLEOTIDE DEGRADATION PRODUCTS

“Value”	Ratio of Concentrations
$K^a =$	$\frac{[\text{Inosine}] + [\text{Hypoxanthine}]}{[\text{ATP}] + [\text{ADP}] + [\text{AMP}] + [\text{IMP}] + [\text{Inosine}] + [\text{Hypoxanthine}]}$
$K_i^b =$	$\frac{[\text{Inosine}] + [\text{Hypoxanthine}]}{[\text{IMP}] + [\text{Inosine}] + [\text{Hypoxanthine}]}$
$H^c =$	$\frac{[\text{Hypoxanthine}]}{[\text{IMP}] + [\text{Inosine}] + [\text{Hypoxanthine}]}$
$G^d =$	$\frac{[\text{Inosine}] + [\text{Hypoxanthine}]}{[\text{AMP}] + [\text{IMP}] + [\text{Inosine}]}$

^a K value.¹¹²
^b K_i value.¹⁰⁹
^c H value, also called K' value.¹¹⁰
^d G value.¹¹¹

甜菜鹼類(betaines)
四級胺鹽基類(quaternary ammonium bases)

種類：

- 甘胺甜菜鹼(glycine betaine) = 甜菜鹼(betaine)：含量最多的一種；軟體類>甲殼類>>>魚類

表3-23 無脊椎動物肌肉中glycine betaine的含量(mg/100g)

無脊椎動物	含量
龍蝦	343
斑節蝦	640
蝦子	646
慈愛蟹	357
毛蟹	711
章魚 (腕肌)	821
日本魷 (外套膜肌)	571
牛角蚌 (閉殼肌)	1,052
海扇貝 (閉殼肌)	339
文蛤 (閉殼肌)	808

(鴻 巢 等 人 , 1961 、 1978 、 1986)

表3-24 無脊椎動物的homarine和trigonelline含量(mg/100g)

無脊椎動物	homarine	trigonelline	無脊椎動物	homarine	trigonelline
龍蝦	肌肉 294 中腸腺 204 腳肉 146	19 15 32	文蛤	閉殼肌 66 中腸腺 142 肌肉 +	+ 16 13
蠔子	中腸腺 136 腕肌 141	24 14	長臂蝦*	內臟 4 腳肉 +	23 13
章魚	肝臟 156 外套膜肌 111	12 3	淡水蟹*	中腸腺 9 閉殼肌 16	13 0
日本魷	肝臟 103	1	淡水貝*	中腸腺 2	0

+ : 1mg/100g 以下

* : 淡水產

(平野, 1985)

- β-甘胺甜菜鹼(β-alanine betaine)、γ-丁胺甜菜鹼(γ-butyrobetaine)、肉鹼(carnitine)、龍蝦肌鹼(homarine)、葫蘆巴鹼(trigonelline)、atrinine、halocynine、stachydrine等。



glycine betaine

β-alanine betaine

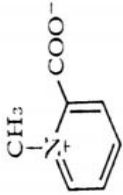


r-butyrobetaine

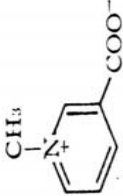


atrinine

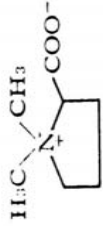
halocynine



homarine



trigonelline



stachydrine

生理功能：

- 甘胺甜菜鹼：生合成甲硫酸酸之donor of methyl group、生合成氧化三甲胺之前驅物質、滲透壓調節因子等。
- 四級胺鹽基類的生理意義仍多不明。
- 砷甜菜鹼(arsenobetaine)：無毒性

Table 4 Total As, total water-soluble As, water-soluble As corresponding to species other than AB, AB contents and percentages of total As represented by AB in canned seafood samples

Seafood product	Sample	總砷		砷甜菜鹼		總水溶性砷		Water-soluble As other than AB*
		Total As*	AB*	AB (%)†	As*‡	As*‡	As*‡	
Fish—Salmon	01	0.23	0.14	61	0.17	0.17	0.03	
Lamellibranchs—Razor clams	02	1.55	0.13	8	0.96	0.96	0.83	
	03	0.62	0.07	11	0.35	0.35	0.28	
	04	2.06	0.10	5	0.50	0.50	0.40	
	05	1.92	0.69	36	1.35	0.66	0.66	
	06	2.65	0.48	18	1.22	0.74	0.74	
	07	2.06	0.44	21	1.02	0.58	0.58	
Gastropods—Snails	08	1.27	0.62	49	0.78	0.16	0.16	
Crustaceans—Shrimps	09	0.87	0.40	46	0.62	0.22	0.22	
	10	0.55	0.03	5	0.33	0.30	0.30	
	11	2.15	1.61	75	2.01	0.40	0.40	

* Results expressed in µg g⁻¹ As, fresh mass. † Percentages of total As. ‡ Total As in samples – As in solid residue resulting from the methanol-water extraction.

From: J. Anal. Atomic Spectrometry, January 1997, 12: 91-96.

Table 4

Quantitative results obtained in the analysis of reference materials, fish tissue and urine samples (for fish samples results in µg g⁻¹ As dry mass, for urine µg l⁻¹ As in undiluted sample)

Sample	As(V)	MMA	As(III)	DMA	AsB
DORM-2 (this work)	0.05 ± 0.01	nf	nf	0.29 ± 0.02	16.1 ± 0.6
DORM-2 [7]	0.4	nf	0.1	0.3	13.5
DORM-2 [11]	< 0.03	< 0.03	< 0.03	0.28 ± 0.01	16.0 ± 0.7
DORM-2 [31]	0.05 ± 0.02	0.14 ± 0.02	0.05 ± 0.01	0.49 ± 0.03	16.1 ± 0.7
Shark	0.01 ± 0.01	0.03 ± 0.01	nf	0.09 ± 0.02	12.8 ± 0.6
White ocean fish	nf	nf	nf	0.04 ± 0.01	6.16 ± 0.38
Salmon	nf	nf	nf	0.05 ± 0.01	1.73 ± 0.12
SRM 2670 (this work)	1.5 ± 0.2	9.6 ± 0.4	nf	47.2 ± 1.4	12.4 ± 1.8
SRM 2670 [20]	1.3 ± 0.2	9.8 ± 0.3	nf	48.2 ± 2.3	17.8 ± 1.1
Urine, volunteer 1	0.3 ± 0.1	nf	nf	1.5 ± 0.2	1.7 ± 0.2

DORM, dogfish muscle tissue作為參考樣品；SRM 2670, 凍結乾燥尿液；As (V) (III), 三及5價砷；MMA, monomethylarsonic acid；DMA, dimethylarsinic acid；AsB, arsenobetaine. [arsenocholine] From: Talanta 58 (2002) 899-907

Table II. Total Arsenic and Organoarsenic Compounds Found in Seafood Samples

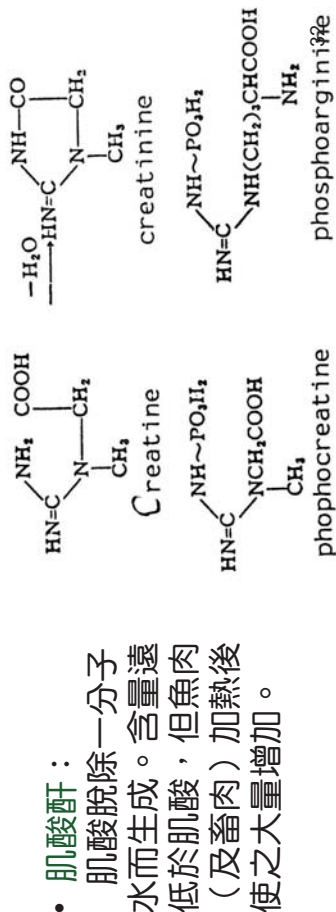
region/fish	arsenic as recovery, µg/g			% organic of total ^e
	total arsenic ^a	arseno-betaine ^c	other	
Atlantic herring, haddock, cod	1.1	0.98		89
	6.0	4.7		78
	5.1	4.1		80
	0.55	0.44		80
	13.2	11.3		86
	5.2	4.5		87
	0.68	0.60		88
Pacific herring, sole, halibut, shrimp, cod	1.0	0.86		86
	0.31	0.15		88
	5.2	4.6		88
	2.3	1.7		74
	20.8	15.8		91
Freshwater, Ontario	7.4	6.2		84
bass, pike, carp, yellow perch, striped perch	0.12			71
	0.08			71
	0.45			72
	0.05			73
	0.24			71
Freshwater, Alberta	0.007			85
	0.023			84
	0.037			84
	0.024			79
Locally Purchased, whitefish, haddock, sole, lobster, shrimp	3.5	3.0		86
	0.10	0.08		80
	4.7	3.6		76
	7.2	0.58		80

^a Fresh weight basis, average of duplicates. ^b Result not reported because of poor replicate values (1.6–4.4/g for four replicates). ^c Not corrected for recovery. AC = arsenocholine; X and Y = unknown.

From: J. Agric. Food Chem. 1986, 34, 315-319

胍類化合物 (Guanidino compounds)

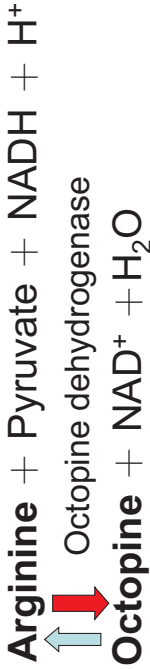
- 精胺酸(arginine)、肌酸(creatine)、肌酸酐(creatinine)、草魚肉鹼(octopine)等成分都帶有胍基(guanidino group)，稱之。
 - 游離態精胺酸：胺基酸。甲殼類之含量較高，主要以 phosphoarginine 形式存在，屬 phosphagens 的一種。
 - 肌酸：脊椎動物肌肉的含量豐富，其餘動物之含量少或極低。以 phosphocreatine 形式存在，亦屬 phosphagen。



Opines:

有機酸 + 胺基酸 → Opines

- 軟體類、頭足類等動物在靜止狀態時，肌肉中游離態精胺酸大多為 **arginine phosphate (AP)** 形式。當被刺激而疲勞，處於**嫌氣**環境下，AP解離釋出精胺酸 並進行下列反應：



- Octopine生成的生理意義： 主要是由維持 NADH 與 NAD⁺ 的平衡，促進醣解反應。

- 丙酮酸(pyruvic acid) 和 arginine 以 Octopine 形式暫時性貯存，當分別在肝醣合成、AP形成所需時，再釋出利用，即扮演一種的調控機能。
- 軟體動物及環形動物之其他opines:

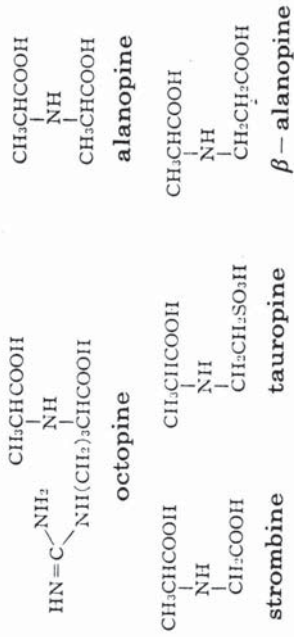
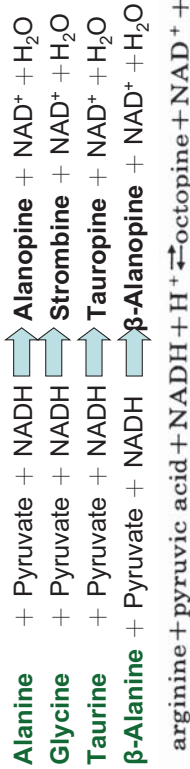


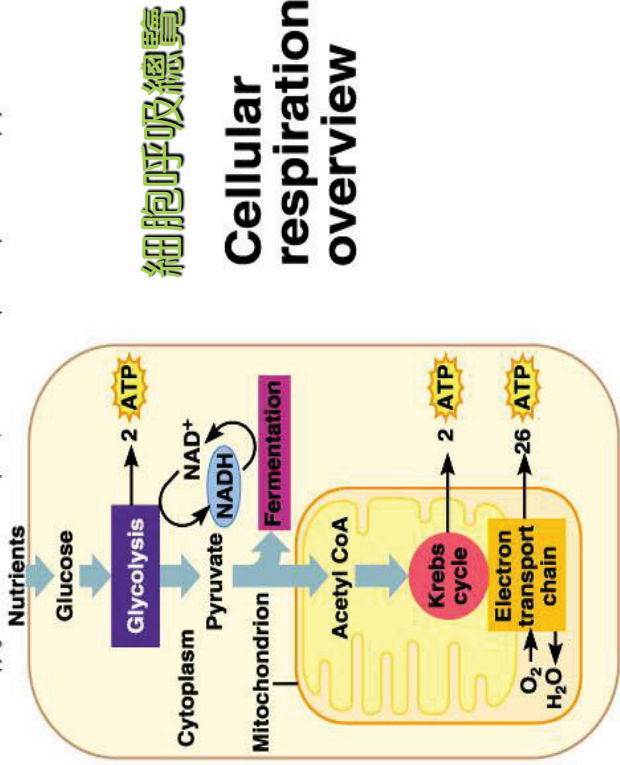
表3-25 魚類肌肉的肌酸及肌酸酐含量(mg/100g)

魚類	肌酸	肌酸酐	魚類	肌酸	肌酸酐
真鯷	普通肉	444	嘉鱻	普通肉	439
	血合肉	109		血合肉	246
青花魚	普通肉	453	黑鯛	普通肉	581
	血合肉	228		血合肉	249
真鱈	普通肉	446	比目魚	普通肉	675
	血合肉	241		普通肉	600
鰺	普通肉	497	馬面魷	普通肉	452
	血合肉	242		普通肉	341

Slow muscle ? Fast muscle ?

(藤田，1985)
33

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



總反應：C₆H₁₂O₆ + 6 O₂ → 6 CO₂ + 6 H₂O + 30(or 32) ATP (能量提供)

氧化三甲胺(trimethylamine oxide; TMAO)

- 維持滲透壓之功能。海產動物之含量多，淡水產很少或不存在。
 - 紅肉魚 > 白肉魚（鱈魚科之含量多）
 - 板鰓類、頭足類之含量很高；有些頭足類僅一般含量
 - 動物死後TMAO的變化
 - 魚腥臭、不新鮮異臭、腐敗臭
- TMAO

細菌TMAO reductase

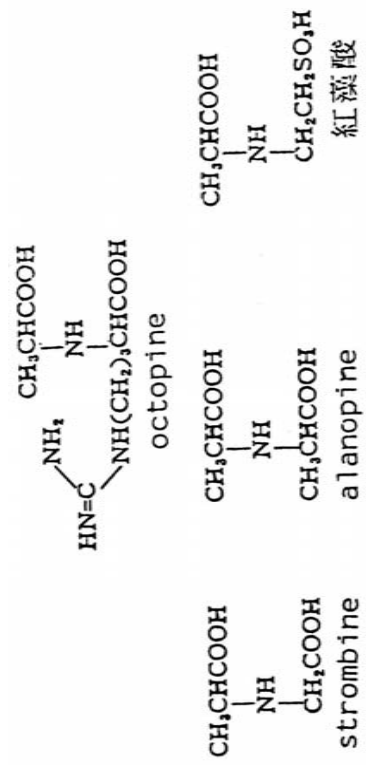
Trimethylamine (TMA, 三甲胺)
- 依魚種而定，血合肉中該酵素活性也存在。

表3-26 魚介類肌肉的氧化三甲胺含量(mg/100g)

魚介類	含量	魚介類	含量
泥鰱	1,410	外套膜肌	1,410
鰱魚	1,390	腕肌	600
真鱔	30	外套膜肌	1,736
青鱈	177	腕肌	884
嘉鱈	349	外套膜肌	204
紫色河魨	137	閉殼肌	269
比目魚	359	閉殼肌	2
黃蓋鰻	172	閉殼肌	0
香魚	10	灰鮑	0.5
鰻	0.5	螺	2
泥鰻	4	斑節蝦	391
鮑	5	慈愛蟹	338

淡水產（藤田等人，1972；須山，1975；原田，1975；其他）

- 脊椎動物、甲殼類等：opines均不存在。取而代之，嫌氣性醱解生成之**乳酸**，直接利用NADH而予以還原之**LDH** (lactate dehydrogenase)的活性高。



- 鱈魚科：存在TMAO還原酶
 - TMAO → dimethylamine (DMA) + formaldehyde
- 加熱處理：亦促進TMAO化學性裂解為二甲胺及甲醛，尤其溫度愈高。
- 青肉罐頭：使用TMAO含量高之鮪魚肉製造罐頭，較易出現肉色青綠化。Model system：
 - Myoglobin + TMAO + cysteine → Mb的綠色沉澱物

醣類

- **游離醣**：glucose、ribose、fructose、arabinose、galactose、inositol 等。
- **磷酸糖**：醣解 glycolysis 及戊糖磷酸循環 pentose phosphate cycle 之中間產物。

例如

表2.4.4 鯉肌肉中之磷酸和乳酸^(*)

磷酸		休息狀態		消耗狀態	
Glucose-1-phosphate (G1P)	G6P	17	35		
Glucose-6-phosphate (G6P)	F6P	3	5		
Fructose-6-phosphate (F6P)	FDP	29	44		
Fructose-1,6-diphosphate	α -GP *	43	79		
Ribose-5'-phosphate	乳酸	33	113		

* α -磷酸甘油

- 魚介肉的磷酸糖含量，因活存時的運動程度、死後的保存條件等而異。
- **海扇貝貝柱之加熱褐變**：G6P、F6P等引起的非醣素性褐變反應。

45

丙酮酸、乳酸：於醣解 glycolysis 時生成。

- 鮪、鰹魚等洄游性魚類肌肉中的**肝醣**含量達1%或以上，魚獲後的**乳酸**含量亦可高達1%以上；
- 底棲性魚類之肝醣僅0.2%以下，魚獲後的乳酸亦達 200-300 mg/100 g。
- 乳酸的生成量：受致死方法、死後的保存條件等所影響。

47

有機酸(organic acids)

- 魚介肉中可測出的有機酸：
醋酸 acetic acid、丙酸 propionic acid、丙酮酸 pyruvic acid、乳酸 lactic acid、延胡索酸 fumaric acid、蘋果酸 malic acid、琥珀酸 succinic acid、檸檬酸 citric acid、草酸 oxalic acid 等。
- **重要者：丙酮酸、乳酸、琥珀酸等。**

46

在無脊椎動物，有機酸的分布因種類而差異。

- 蝦、蟹類（甲殼類）之乳酸含量亦高。
- 魷章魚、貝類（含多量的肝醣）等：乳酸脫氫酶(LDH, lactate dehydrogenase)活性不存在或很低，嫌氣的條件下進行醣解因而生成丙酮酸，並再和精胺酸等作縮合反應形成 octopine 等 opines。
- 在二枚貝等軟體類，嫌氣性醣解所生成之**磷酸烯醇丙酮酸 phosphoenolpyruvic acid (PEP)** 再進入TCA cycle，常蓄積的最終產物主要有**琥珀酸、丙酸、丙胺酸**等。

Glycogen \Rightarrow G1P \Rightarrow PEP \Rightarrow pyruvate



oxaloacetate \Rightarrow malate \Rightarrow fumarate \Rightarrow

succinate