

國產牡蠣好風味

周芷瑩¹、高翊峰¹、葉駿達¹、方銘志²、張麗緹²、蔡慧君¹

¹ 水產試驗所水產加工組、² 國立臺灣海洋大學食品科學系

前言

當美味食品送來時，香氣也伴隨而來，吃下口後產生各種味道，這種複合了嗅覺及味覺的感官，使人的大腦產生美味的感覺，其中嗅覺是空氣中的氣體分子刺激嗅覺受體所引起，這些氣體分子包含食品中的醛、酮、酯、酚、酸等多種揮發性化合物。而味覺是味蕾受到化學物質如醣類、核苷酸、胺基酸、脂肪酸等刺激產生苦、酸、甜、鹹、鮮及油脂味的六大基礎味覺，因此不同的氣味及味道依不同比例共同組成了食品獨特的風味。

牡蠣為臺灣重要經濟養殖貝類，根據2022年漁業統計年報，產量為16,692公噸，產值達39億元。牡蠣富含蛋白質、肝醣、不飽和脂肪酸、必需胺基酸及微量元素等營養素，這些成分形成了牡蠣特有的風味，深受國人喜愛，然搜索國內外有關牡蠣風味的文獻，多數是探討牡蠣品種、養殖及加工方式對風味的影響，對牡蠣風味組成的研究卻付之闕如，因此若能解析牡蠣美味風味的組成，並據以量化和描述牡蠣的品質及特色風味成分，則有助於建立國產牡蠣的品牌特色。

國立臺灣海洋大學食品科學系方銘志老師研究團隊致力於利用氣相層析質譜儀 (gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS) 分析食品中的風味物質，包含各種氣味揮發性物質、游離胺基酸及核苷酸，在南美白蝦、

咖啡等食品的風味研究多有所著作，鑑此，本所水產加工組與方銘志老師研究團隊合作，透過本所海水養殖研究中心、國內各區漁會及民間團體的協助，收集國內各產區牡蠣，共同研究國產牡蠣風味組成，比較國內外牡蠣風味組成，找出臺灣牡蠣的美味。

材料與方法

一、樣品收集

分別於2023年1、3、5、7、9、11月收集國內外各產區牡蠣，其中國內樣品包括彰化、雲林、嘉義、臺南、澎湖、金門等地，以冷凍寄送至實驗室進行分析。

二、風味物質檢測

依產地及月別分析牡蠣的游離胺基酸、揮發性氣味化合物、肝醣等風味品質指標，對牡蠣風味品質做深入的數值化評估。

(一) 揮發性氣味化合物分析

牡蠣樣品以同時蒸餾萃取 (simultaneous distillation extraction, SDE)，以GC-MS及氣相層析質譜-嗅聞法 (GC-Olfactometry, GC-O) 分析各氣味化合物對風味的影響程度。

(二) 游離胺基酸分析

牡蠣樣品經鹽酸萃取後衍生化，再以GC-MS分析胺基酸含量，換算滋味活性值 (taste activity value, TAV) 評估對風味的影響。

$$TAV = \frac{\text{胺基酸濃度 (mg/100g)}}{\text{胺基酸味覺閾值 (mg/100g)}}$$

胺基酸濃度：食品中特定游離胺基酸的濃度。

胺基酸味覺閾值：特定游離胺基酸能產生風味的最低濃度。

(三) 肝醣分析

牡蠣樣品以 7% TCA 萃取後加乙醇取得沉澱醣原，加入 Anthrone 反應後檢測 OD 620 nm，計算肝醣含量。

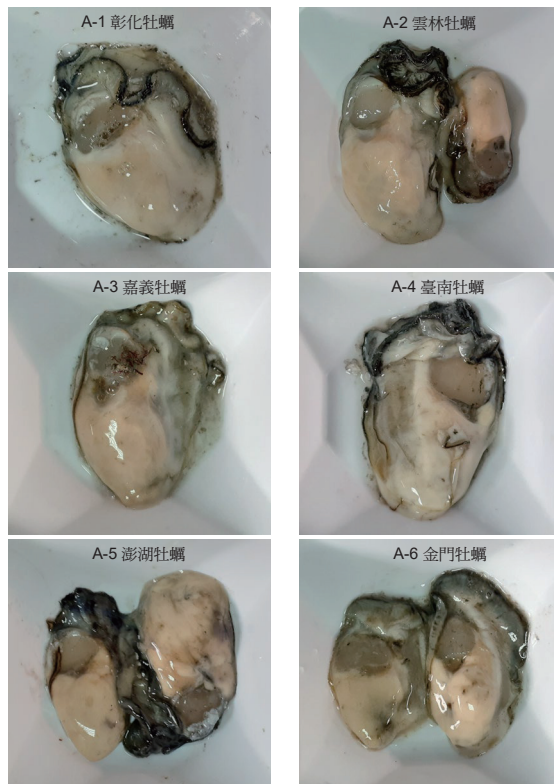
結果與討論

本研究所收集之牡蠣樣品 (圖 1) 皆為產地購買後冷凍直送實驗室，所測之揮發性鹽基態氮 (VBN) 鮮度指標皆低於 20 mg/100g，符合食品中污染物質及毒素衛生標準/未經加工之水產品，冷凍或冷藏/其他未表列之魚類 (VBN 需低於 25 mg/100g)，在確保牡蠣樣品為新鮮狀態下進行風味成分的檢測試驗。

一、牡蠣揮發性氣味化合物分析

本研究為確認本土牡蠣風味，選用 7 月產的東石牡蠣，利用 SDE 萃取其揮發性化合物並進行分析。然而揮發性化合物並非皆具有氣味，且含量最高的化合物也並不一定能呈現最濃烈的氣味，故為確認氣味的主要組成，以 SDE 處理所得萃取液，須再由 GC-MS 及 GC-O 同時進行分析以確認主要化合物，其中 GC-MS 可定量各揮發性化合物含量，而 GC-O 可確認牡蠣氣味中各化合物的強度，並以風味稀釋倍數 (flavor dilution factor, FD factor) 來數據化表示分析結果 (表 1)，顯示牡蠣的揮發性化合物組成中以 4-Heptenal、

A. 國內樣品



B. 境外樣品

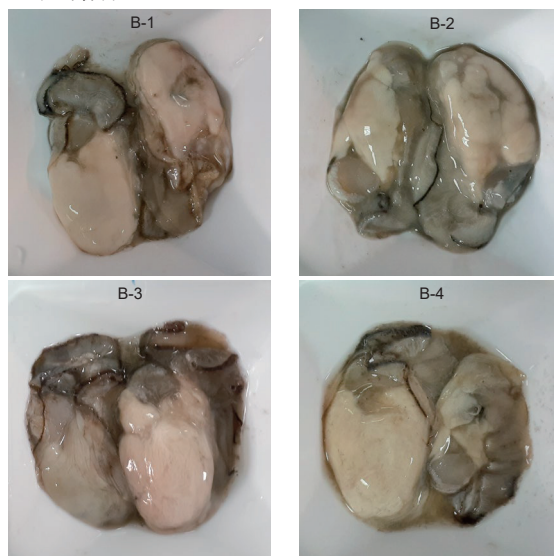


圖 1 各產地牡蠣樣態

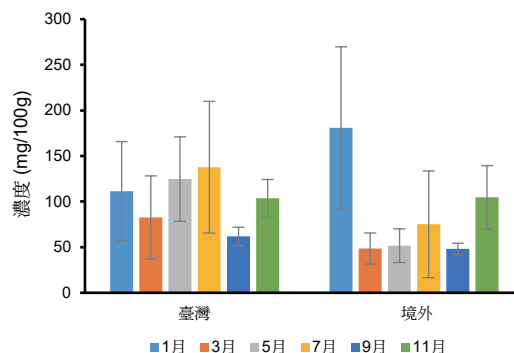
2-Acetyl-1-pyrroline、Nonanal、1-Octen-3-ol、2-Nonenal、(E,Z)2,6-Nonadienal 的 FD factor

大於其他化合物，表示這些化合物在牡蠣氣味上極具重要性，賦予牡蠣多層次風味，其中包含青草味、米香、和蕈菇等氣味。

二、牡蠣游離胺基酸分析

不同胺基酸所能提供的味道有所不同，但大致分為鮮、甜及苦味等，其中鮮味胺基酸包含麩胺酸 (Glu) 及天門冬胺酸 (Asp)；甜味則有丙胺酸 (Ala)、甘胺酸 (Gly)、脯胺酸 (Pro)、絲胺酸 (Ser) 及蘇胺酸 (Thr)，而苦味則是纈胺酸 (Val)、苯丙胺酸 (Phe)、酪胺酸 (Tyr) 及白胺酸 (Leu) 等，因此不同濃度的胺基酸組合會產生不同的味道，為了解牡蠣鮮甜味道是由何種胺基酸組成，針對鮮味胺基酸及甜味胺基酸進行分析 (圖 2)，顯示國產牡蠣較境外牡蠣於 5—7 月時，呈現高含量的鮮味及甜味胺基酸，其中又以呈現鮮味胺基酸如 Glu 及 Asp 及甜味胺基酸如 Ala、Gly 及 Pro 為主 (圖 3)。

A. 鮮味胺基酸含量



B. 甜味胺基酸含量

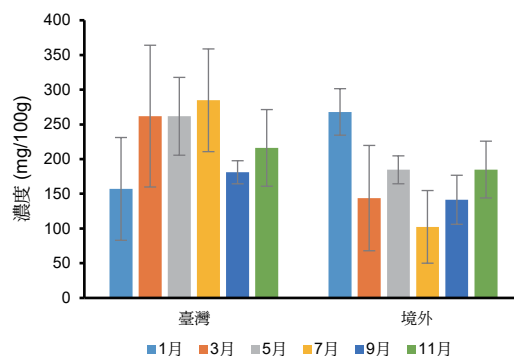


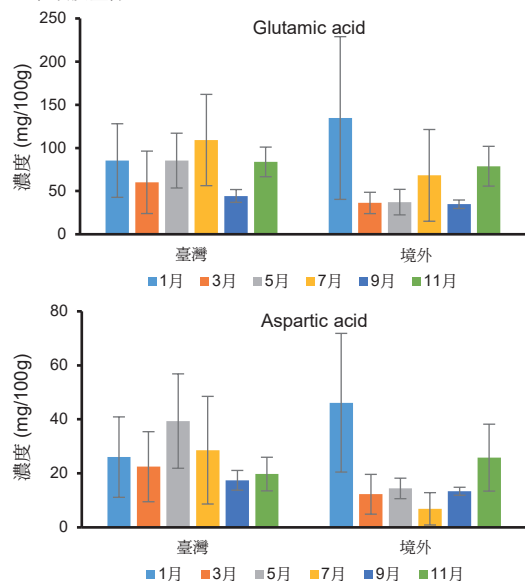
圖 2 牡蠣中鮮味及甜味胺基酸含量之比較

表 1 GC-MS 與 GC-O 共同分析牡蠣揮發性化合物，由各化合物的風味稀釋倍數 (flavor dilution factor, FD factor) 顯示對氣味之重要性

No.	RI calculated WAX	氣 味 描 述	FD Factor	化 合 物
1	< 900	Acid, oil	16	Propionic acid
2	1053	Green	4	Hexanal
3	1150	Green, mushroom	4	Methylpentanal
4	1245	Green	512	4-Heptenal
5	1336	Popcorn	256	2-Acetyl-1-pyrroline
6	1371	Mushroom	64	Nonanal
7	1451	Mushroom, green	512	1-Octen-3-ol
8	1510	Green	128	2-Nonenal
9	1545	Cucumber	32	(E)-2-Nonenal
10	1586	Green	1024	(E,Z)-2,6-Nonadienal
11	1637	Green, sweet	16	Benzeneacetaldehyde
12	1746	Green, plastic	16	Trans-2-undecanal
13	1807	Green	16	Tridecanal
14	1944	Floral	8	β -ionone
15	2370	Milk	16	Octadecanal

RI calculated WAX：係指 DB-WAX UI 管柱的滯留指數，將 C7-C30 烷烴標準品經管柱分析之滯留時間依公式計算轉換為滯留指數 (Retention Index)

A. 鮮味胺基酸



B. 甜味胺基酸

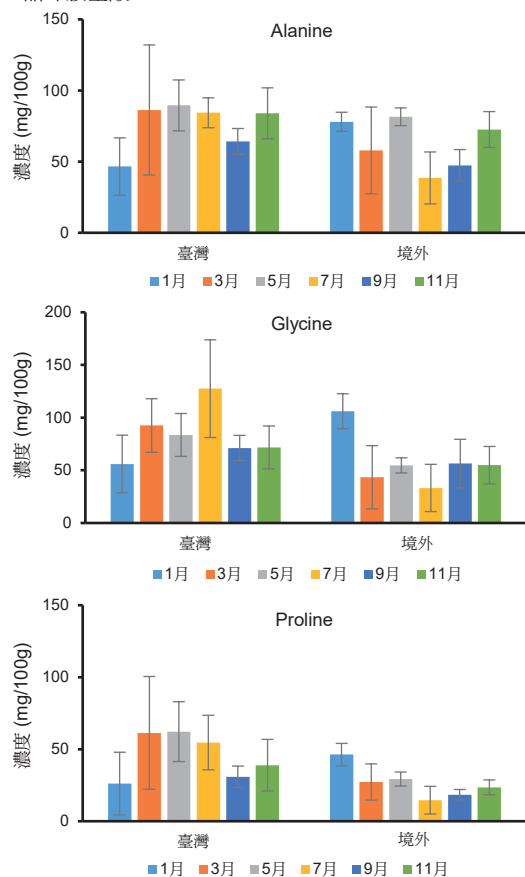


圖 3 鮮味及甜味的組成胺基酸含量之季節性變化

但牡蠣中可表現出較高量的胺基酸並不代表可呈現較濃郁的味道，因為人類對不同胺基酸味道的感知能力有所不同，為了解不同胺基酸對味道的影響，需換算 TAV 值才能判斷，就前述 Glu、Asp、Ala、Gly 及 Pro 的味覺閾值 (taste thresholds) 分別為 16.18、53.24、106.92、187.75 及 287.75 mg/100g，由此可知人類對鮮味物質的感受度較高，而對甜味物質的感受度較低，因此換算 TAV (圖 4)，僅 Glu 達到顯著影響風味的程度 ($TAV > 1$)，其餘胺基酸則僅提供有限的影響 ($0.1 < TAV < 1$)，而在月別比較上則呈現國產牡蠣於 5—7 月 (夏季) 時鮮味較明顯，而境外牡蠣則是 11 月至隔年 1 月時鮮味較明顯。

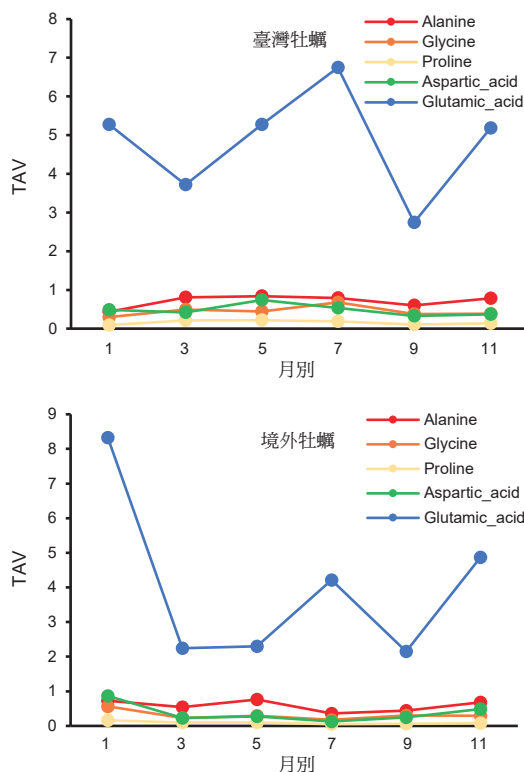


圖 4 鮮味及甜味胺基酸換算 TAV，Glu 對風味的影響大 ($TAV > 1$)

三、牡蠣肝醣含量分析

臺灣牡蠣食用習慣以熟食為主，當牡蠣進行烹煮時，牡蠣本身所含有的肝醣會於加熱後裂解，形成小分子醣類，除了增加牡蠣甜味外，亦會與胺基酸進行梅納反應，增進風味層次，其中以炙烤牡蠣最為饕客所喜愛。

本研究分析牡蠣肝醣含量（圖 5），結果顯示，國產牡蠣肝醣含量呈季節性變化，在 5—7 月的夏季牡蠣肝醣含量達到高峰，平均每 100 g 的牡蠣含 799—951 mg 的肝醣，而在 11 月至隔年 1 月的冬季，牡蠣肝醣含量則降至 48 mg/100g，由此可知國內牡蠣為夏季盛產期最為肥美。另境外牡蠣的肝醣量均呈現較低趨勢，全年平均為 115 mg/100g，其中以 7 月最高為 199 mg/100g，11 月最低為 11 mg/100g。

結語

牡蠣身受國人喜愛，其鮮甜的牡蠣味是其吸引人的一大特點，研究自全臺各產區所收集牡蠣，以系統化的檢測分析牡蠣風味成分，並將其揮發性氣味化合物、游離胺基酸及肝醣數據化，結果顯示牡蠣氣味主要由 4-Heptenal、2-Acetyl-1-pyrroline、Nonanal、1-Octen-3-ol、2-Nonenal、(E,Z)-2,6-Nonadienal 等 6 項化合物組成，其中以 (E,Z)-2,6-Nonadienal 的青草味為最主要的氣味，而鮮味胺基酸的 Glu 和 Asp、甜味胺基酸的 Ala、Gly 和 Pro 及肝醣則在夏季 5—7 月時含量最高，其中 Glu 為鮮味主要提供因子，可知國產牡蠣在夏季盛產期最為鮮美的原因是源自於其高含量的鮮、甜味胺基酸，且經烹煮後高含量的肝醣裂解、反應所產生特殊風味，更加深了風味層次，而這些具體指標有助於未來在建立牡蠣風味品質指標時有更具體的參考數據，進而促使國產在地品牌誕生以增進國內漁民生計。

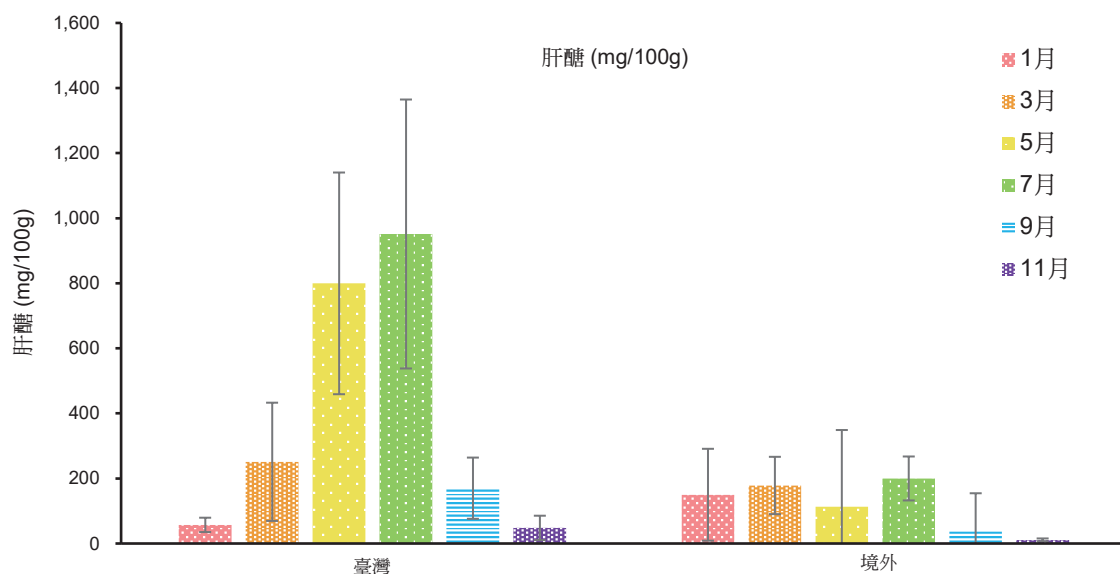


圖 5 國內外牡蠣肝醣含量之季節性變化