

國立臺灣海洋大學
食品科學系碩士在職專班
專題討論書面報告

綠色會使兒童拒絕食用添加藻類的餅乾，但不會令成人反感
Green color drives rejection of crackers added with algae in children but
not in adults

授課老師：陳建利老師

莊培挺老師

指導教授：蕭心怡老師

學號：41342002

學生：吳蕙芬

報告日期：114年12月13日

內容	時間掌控	表達能力	投影片	書面資料
40%	10%	30%	10%	10%

指導教授：

綠色會使兒童拒絕食用添加藻類的餅乾，但不會令成人反感

Green color drives rejection of crackers added with algae in children but not in adults

吳蕙芬

2025/12/13

大綱

1. 前言
2. 材料與方法
3. 結果與討論
4. 結論

摘要

近年來，藻類作為一種營養豐富且可持續的食物來源，越來越受到關注。儘管如此，消費者對藻類或添加藻類的食品的接受度仍然是一個研究不足的課題，尤其是在兒童群體中。本研究評估成分使用 5% 不同微藻和大型藻類的餅乾，以及未添加任何藻類的對照餅乾，在兒童（n=114，8~11 歲，47.4%為女孩）和成人（n=108，18~67 歲，61.1%為女性）群體中的喜好或不喜好因素。受試者使用選擇適合項目法（CATA, Check-All-That-Apply）評估餅乾的喜好度和感知感官屬性。結果顯示，兒童和成人對餅乾的感知和喜好相似。添加了鈣質石藻（*Lithothamnium calcareum*）和藍色螺旋藻蛋白萃取物的餅乾與對照組餅乾的喜好度相當，且優於添加綠色螺旋藻、掌狀紅藻（*Palmaria palmata*）和糖海帶（*Saccharina latissima*）的餅乾。兒童與成人的差異僅在於他們對添加綠色螺旋藻的樣本接受度較低。對應分析結果與樣品而言，綠色是兒童拒絕的主要原因，而綠色是成人喜歡的原因。本研究說明，藻類是一種很有前景的成分，可用於開發針對兒童的健康永續性產品，儘管產品的顏色可能是兒童消費的一大障礙。因此必須針對兒童實施個人化開發策略，例如，使用熟悉或迷人顏色的藻類（鈣質石藻）或藻類成分（藍色螺旋藻蛋白）製作。

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26

關鍵詞：喜好（Liking）、海藻（Seaweed）、感官特徵（Sensory characterization）、童年（Childhood）、選擇適合項目法（Check-all-that-apply, CATA）

一、前言

世界人口持續增長，對有限的地球資源造成壓力，威脅到糧食安全，為應對此挑戰，尋找新的、永續性、健康的食物來源至關重要。藻類（Algae）作為一種營養豐富且永續的食物來源，正日益受到關注。藻類具有高生長率、高生產力和蛋白質產量，被視為比其他陸地植物更具永續性的蛋白質來源。此外，藻類種植對環境的影響低，不與傳統糧食作物爭奪耕地或飲用水，藻類還含有豐富營養素，包括碳水化合物（膳食纖維）、蛋白質（必需氨基酸）和脂質（必需脂肪酸，Omega-3 和 Omega-6），以及微量營養素，如礦物質和必需維生素（Gullón et al., 2020）。這些成分具有抗炎、抗肥胖、抗癌、抗氧化和抗菌等優點（Hosseinkhani et al., 2022 年；Rogel-Castillo et al., 2023 年；Vaughan et al., 2022）。然而，儘管藻類益處眾多，但將其應用於食品仍存在障礙，尤其是在西方國家，藻類具有綠色/藍色和魚腥味等感官屬性，可能會影響消費者的接受度，這種障礙在兒童中尤為突出，因為兒童期是接受新食物的關鍵階段，且食物恐新症（Food Neophobia）的比例較高，在 1~6 歲之間達到頂峰（Hazley et al., 2022），這與厭惡魚類和意料之外的顏色相關。目前關於藻類食品的感官特性和消費者接受度的研究很少，且從未探索兒童等特定目標族群。因此，本研究主要在填補這項重要的文獻空白，調查義大利兒童（8~11 歲）對富含不同微藻和大型藻類的餅乾的接受度，以及影響其喜好或排斥的因素。同時，本研究也納入成人受試者進行比較，以突顯潛在的年齡差異。研究結果在為食品工業提供有價值的指引，以開發針對兒童的健康且永續的產品。

二、材料與方法

1. 受試者（Participants）

共有 222 名義大利受試者參與研究。包含兒童組與成人組。

兒童組共 114 名（8~11 歲，平均年齡 9.4 ± 0.9 歲，47.4% 為女孩），他們從米蘭都會區的一所小學招募而來，父母被告知研究的模式，並在同意孩子參與時簽署知情同意書。受邀兒童被告知測試並簽署書面同意書。

成人組共 108 名（18~67 歲，平均年齡 31.0 ± 13.1 歲，61.1% 為女性），他們

是從米蘭大學農業與食品科學學院的學生和員工中招募而來。所有參與者都沒有食物過敏、不耐受性、味覺和嗅覺障礙，且喜歡餅乾。這項研究得到了米蘭大學倫理委員會（n. 94/22）的批准，並根據赫爾辛基宣言進行。

2. 實驗樣本（Experimental Samples）

總共準備了六種餅乾樣本：

- 對照組（Control）：未添加藻類的餅乾。
- 五種實驗組：在餅乾中添加 5%（w/w）的不同微藻或大型藻類粉末，以替代等量的麵粉。

所選藻類物種以粉末形式添加，包括：*Arthrospira platensis*（綠色螺旋藻/ green Spirulina）、從 *Arthrospira platensis* 中分離的蛋白質（藍色螺旋藻蛋白/ blue Spirulina protein，具有特有的藍色）、掌狀紅藻 *Palmaria palmata*、糖海帶 *Saccharina latissima* 和 鈣質石藻 *Lithothamnium calcareum*。選擇這些物種是基於它們在歐盟市場上批准使用，並能引發不同的感官感知（例如顏色和風味）。

對照餅乾根據以下配方（w/w）生產：60.5% 商用通用小麥粉（00 型）、1.5% 泡打粉、1% 鹽（NaCl）、1% 糖（蔗糖）、7.5% 植物油和 28.5% 蒸餾水（Rabitti et al., 2024）。對於其他實驗樣品，以 5 %（w/w）的比例添加藻類粉末，以替代相應份量的小麥粉。添加 5 %（w/w）微藻粉和大型藻類粉的是為了增加食品中摻入藻類的數量的目標，如文獻（Lucas et al., 2019）和在義大利市場出售的義大利麵和餅乾中，添加量約為 2 %（w/w）。此外，在主要實驗之前進行了 15 名兒童和 6 名成人的測試，以驗證在餅乾樣品中添加 5 %（w/w）微藻和大型藻類不會因為不良的感官特性而影響接受度。所有實驗餅乾樣品均在德國哥廷根喬治-奧古斯特大學的試驗工廠生產。為了方便運輸到義大利，餅乾被安全地包裝在適合運輸的塑膠盒中，由於研究的產品是餅乾，因此它們不易腐爛，並且存放在乾燥的地方，遠離光源。

3. 實驗程序（Experimental Procedure）

兒童感官評估在他們學校的一個安靜且熟悉的房間內，以 6~8 人的小組形式進行感官評估。每組孩子分配一名實驗者（有 3~4 名女性實驗者），該實驗者向他們解

釋程式，並確保在評估過程中保持安靜的氣氛和高度集中注意力，防止兒童對測試交換意見。所有實驗者在主要實驗前幾天拜訪了孩子們，提供有關研究的一般資訊並讓他們熟悉。為避免孩子們相互影響，在每次測試開始之前，在老師在場的情況下，由一位實驗者向所有孩子解說，在評估過程中避免討論他們的意見，以防止相互影響。在評估過程中，實驗者不斷監測孩子們，以確保沒有相互影響的情況。每組孩子坐在大桌子上，彼此之間保持大約 1 米的距離。此外，餅乾的供應順序均衡，因此孩子們沒有按照相同的順序品嚐它們。成人感官評估在米蘭大學感官與消費者科學實驗室的獨立隔間中進行。所有受試者都使用了平衡設計（balanced design）來品嚐六種餅乾樣本，以控制順序效應和殘留效應。成人和兒童每次療程的持續時間約為 30 分鐘。兒童的數據使用 Eye Question 軟體（版本 5.9.4，Logic8 BV，荷蘭）的平板電腦收集，而成人的數據使用 Fizz 軟體（版本 2.31b，Biosystèmes，Coutermon，法國）的計算機化系統取得。

• 數據收集：

餅乾與藻類產品消費頻率：成年人通過使用 7 點標記頻率量表回答有關餅乾消費的問題：「你多久吃一次餅乾？」（1 = 每天，2 = 每周幾次，3 = 每周，4 = 每月幾次，5 = 每月，6 = 每月少於一次，7 = 從不）。家長提供了有關孩子消費餅乾的資訊。成人和兒童也都回答了這個問題：「您過去吃過藻類或用藻類製成的產品嗎？」（選項選擇：在壽司中，作為零食，我過去從未吃過藻類或用藻類製成的產品）。

總體喜好度（Overall Liking）：兒童使用 7 點臉部量表（1 = 超級差，7 = 超級好）。成人使用 7 點量表（1 = 極度不喜歡，7 = 極度喜歡）。

CATA（check-all-that-apply）選擇適合項目法問卷：受試者須選擇所有適用於該樣本的感官屬性。CATA 問卷包含 23 個感官屬性：7 個外觀（金/黃、褐色、藍色、綠色、厚、斑點、不自然的顏色）、12 個氣味/風味和味道（油味、異味、魚腥味、菠菜/青草味、蘑菇味、烤麵包味、苦味、甜味、鹹味、鮮味、平淡、辛辣）、4 個質地（乾燥、鬆脆、易碎、堅硬）。由於屬性詞彙為 6 名訓練有素的成人參與品嚐會議後產

生，故向兒童提供某些詞彙的簡短解釋以利他們理解（例如，Unnatural color = 食物中的奇怪顏色）。

食物恐新症量表（FNS, Food neophobia scale）：兒童填寫了經過驗證、適合兒童的 FNS 版本（Laureati、Bergamaschi et al., 2015）。該問卷由 8 個項目組成，其中 4 個與食物恐新症有關，4 個與食物恐新症的態度有關。孩子們使用 5 分制對他們進行評分，面部表情代表不同程度的一致性

「對我來說非常糟糕」= 兩個大拇指向下皺眉的臉

「對我來說是錯誤的」= 一個拇指向下的皺眉臉

「一般般」= 沒有顯示拇指的中性臉

「對我來說是好的」= 一個豎起大拇指的笑臉

「對我來說非常好」= 兩個大拇指都豎起的笑臉

將 FNS 專案的答案相加，食物恐新症評分從 8 到 40 不等。分數越高表示食物恐新症越高。

成人填寫了經過驗證的義大利語 FNS 版本。該量表包含 10 個陳述，其中 5 個是積極的，另外 5 個是負面的，每個陳述都按照 7 點一致性量表進行測量，範圍從 1 = 「強烈不同意」到 7 = 「非常同意」。至於兒童，將 FNS 專案的答案相加，食物恐懼症分數在 10 到 70 之間。進行插值以將分數與兒童的分數進行比較，兒童和成人的分數均在 8~40 範圍內表示。

4. 數據分析 (Data Analysis)

使用卡方檢驗比較不同年齡組的藻類產品消費數據，透過廣義線性模型（GLM）分析六個餅乾樣本的喜好度，包括年齡類別（成人與兒童）、性別（女性/女孩和男性/男孩）、和食物恐新症程度（低、中、高）及其三階交互作為因素，過廣義線性模型（GLM）程式分析了食物恐新症數據，考慮了年齡類別（成人和兒童）、性別（女性/女孩和男性/男孩）以及它們的相互作用作為因素。計算每個因數的最小二乘均值（LS-means）和均值（SEM）的相關標準誤差。當 GLM 顯示顯著效果（ $p \leq 0.05$ ）時，使用針對多重比較調整的 Bonferroni 檢驗作為事後分析。CATA 數據進行了

Cochran 的 Q 測試，然後進行了 Sheskin 的多次成對比較測試，以評估樣本之間每種感官屬性的顯著差異 (Meyners & Castura, 2016)。對應分析 (CA) 和主座標分析 (PCoA) 按年齡組分別運行，分別用於檢查餅乾樣品與感官屬性之間的關係，並研究餅乾喜歡分數與其 CATA 描述之間的關聯。使用 SAS/STAT 統計軟體和 XLSTAT 進行數據分析。

三、結果與討論

1. 食物恐新症與藻類消費頻率

一如預期，兒童的藻類消費頻率明顯低於成人 (壽司 $p < 0.001$ 和零食 $p < 0.01$)。此外，34.2% 的兒童表示從未消費過含有藻類的產品，而成人中從未嘗試這些產品的比例僅為 6.5% ($p < 0.001$) (表 1)。GLM 結果顯示兒童的食物恐新症 (FN) 分數顯著高於成人 (兒童 $M = 18.3$; 成人 $M = 13.4$)，這與以往的研究結果一致。

2. 總體喜好度 (Overall Liking)

總體而言，所有添加了藻類的餅乾樣本都獲得了高於量表中點的喜好度分數，這說明藻類是一種具有潛力、可用於兒童食品配方的創新與可持續成分。

最受歡迎的樣本：藍色螺旋藻餅乾 ($M = 5.65$) 和 *Lithothamnium calcareum* 鈣質石藻餅乾 ($M = 5.61$) 最受歡迎，與對照組 ($M = 5.56$) 相似。綠色螺旋藻餅乾 ($M = 5.24$) 明顯低於以上兩者，仍與對照組 ($M = 5.56$) 相似。

最不受歡迎的樣本：*Saccharina latissima* 糖海帶餅乾 ($M = 4.88$) 和 *Palmaria palmata* 掌狀紅藻餅乾 ($M = 4.59$) 的喜好度顯著低於其他樣本。

關於性別差異，男性/男孩 ($M = 5.47$, $SEM = 0.1$) 明顯比女性/女孩 ($M = 5.04$, $SEM = 0.01$) 更喜歡餅乾。FNS 分數較低的受試者的喜歡評分 ($M = 5.59$, $SEM = 0.1$) 明顯高於中高分 (FN: $M = 5.23$, $SEM = 0.1$; FN: $M = 5.03$, $SEM = 0.1$)，兩者具有可比性。年齡組性別，也有顯著的差異 ($F = 6.57$; $p < 0.05$)，性別的主要影響是由於女孩的評分明顯低於男孩，而在成人年齡組中沒有發現顯著差異 (圖 1)。有趣的是，男孩的得分明顯高於女性。

年齡差異的關鍵點：年齡組與六種餅乾樣本的交互作用顯著 ($p < 0.0001$)，兒童 ($M = 4.84$, $SEM = 0.12$) 與成人 ($M = 5.65$, $SEM = 0.12$)，這主要歸因於兒童對綠色螺旋藻餅乾的喜好度顯著低於成人 (圖 2)。其他交互均不顯著。

3. 喜好度和排斥的驅動因素 (Drivers of Liking and Rejection)

感官描述相似性：Cochran Q 檢驗的結果顯示，兒童和成人在區分樣本的能力方面存在差異 (表 2)。兒童在 23 個屬性中可區分 13 個樣本，成人在 23 個屬性中可區分 21 個樣本。兒童在描述食物質地特徵方面遇到更多困難，因為這些描述詞都無法像某些味道/風味描述詞 (例如鹹味、淡味、辣味和蘑菇味) 那樣有效地區分樣本。然而，各年齡組對這些術語的提及頻率相似 (表 3)。

正向驅動因素 (Positive Drivers)：對於兒童和成人來說，「酥脆」 (Crunchy)、「鹹」 (Salty) 和「烤麵包味」 (Toasted bread flavor) 都是正向的喜好度驅動因素。這些描述主要與對照組和 *Lithothamnium calcareum* 鈣質紅藻樣本相關。

負向驅動因素 (Negative Drivers)：兩年齡組的不喜歡都與「苦」 (Bitter)、「魚味」 (Fish)、「異味」 (off-flavor) 和「硬」 (Hard) 相關。這些通常是與綠色螺旋藻、*Palmaria palmata* 掌狀紅藻 和 *Saccharina latissima* 糖海帶相關的感官屬性。

年齡組的關鍵差異：綠色對於兒童來說是導致排斥的主要驅動因素 (負面影響喜好度)，但對於成人來說卻是喜好度的正向驅動因素。這種模式與兒童對綠色螺旋藻餅乾給予較低評分是一致的。

顏色影響的洞察：藍色 (來自藍色螺旋藻蛋白) 被兒童和成人認為是「不自然顏色」，但它並沒有成為影響兒童喜好度的障礙。綠色可能使兒童聯想到他們通常不喜歡的蔬菜，從而對喜好度產生負面影響。

4. 具體藻類的潛力

綠色螺旋藻由於其綠色成為兒童消費的障礙，因此不建議用於針對兒童的烘焙產品。

Lithothamnium calcareum 鈣質紅藻餅乾在兒童中的喜好度與對照組相當，這非常有前景。這種藻類富含鈣質（32,000 mg/100 g），研究結果說明它可能是一種有希望的創新成分，可開發出被兒童接受，並確保攝入足夠鈣質的可持續食品。

四、結論

這項研究證明，兒童和成人對於添加濃度為 5% 的不同微藻和大型藻類餅乾具有相似的感知和喜好度，顯示藻類可以為目標族群提供有益營養素的優良成分。

研究的關鍵發現是，綠色是兒童消費添加藻類食品的主要障礙。因此，不建議將綠色螺旋藻用於開發針對兒童的食品。鼓勵使用具有熟悉或吸引人顏色的藻類（例如 *Lithothamnium calcareum*）或源自藻類的成分（例如藍色螺旋藻蛋白），以克服綠色帶來的消費障礙。總結來說，如果將藻類視為一個寶庫，那麼在為兒童製造零食時，需要像篩選寶石一樣，避免那些可能引發警戒或不熟悉的「綠色寶石」，轉而使用如 *Lithothamnium calcareum*（顏色可能類似黃金/米色）或藍色螺旋藻蛋白（具有新奇的藍色）這類能提供營養但又不會帶來感官排斥的成分。

參考文獻

- Ares, G., Deliza, R., Barreiro, C., Giménez, A., & Gámbaro, A. (2010). Comparison of two sensory profiling techniques based on consumer perception. *Food Quality and Preference*, 21(4), 417–426. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.10.006>
- Batista, A. P., Niccolai, A., Fradinho, P., Fragoso, S., Bursic, I., Rodolfi, L., ... Raymundo, A. (2017). Microalgae biomass as an alternative ingredient in cookies: Sensory, physical and chemical properties, antioxidant activity and in vitro digestibility. *Algal Research*, 26, 161–171. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2017.07.017>
- van den Burg, S. W. K., Dagevos, H., & Helmes, R. J. K. (2021). Towards sustainable European seaweed value chains: A triple P perspective. *ICES Journal of Marine Science*, 78(1), 443–450. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz183>
- Caporgno, M. P., & Mathys, A. (2018). Trends in microalgae incorporation into innovative food products with potential health benefits. *Frontiers. Nutrition*, 5. <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00058>
- Chow, C. Y., Bech, A. C., Sørensen, H., Olsen, A., & Bredie, W. L. P. (2024). Food texture preferences in early childhood: Insights from 3–6 years old children and parents. *Food Quality and Preference*, 113, Article 105063. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.105063>
- Espinosa-Ramírez, J., Mondragón-Portocarrero, A. C., Rodríguez, J. A., Lorenzo, J. M., & Santos, E. M. (2023). Algae as a potential source of protein meat alternatives. *Frontiers in Nutrition*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1254300>
- Guiry, M. D. (2012). How many species of algae are there? *Journal of Phycology*, 48, 1057–1063. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2012.01222.x>
- Gullón, B., Gagaoua, M., Barba, F. J., Gullón, P., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2020). Seaweeds as promising resource of bioactive compounds: Overview of novel extraction

strategies and design of tailored meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 100, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.039>

Hazley, D., Stack, M., Walton, J., McNulty, B. A., & Kearney, J. M. (2022). Food neophobia across the life course: Pooling data from five national cross-sectional surveys in Ireland. *Appetite*, 171, Article 105941. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2022.105941>

Helland, S. H., Bere, E., Bjørnara, H. B., & Øverby, N. C. (2017). Food neophobia and its association with intake of fish and other selected foods in a Norwegian sample of toddlers: A cross-sectional study. *Appetite*, 114, 110–117. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.03.025>

Hosseinkhani, N., McCauley, J. I., & Ralph, P. J. (2022). Key challenges for the commercial expansion of ingredients from algae into human food products. *Algal Research*, 64, Article 102696. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2022.102696>

Koli, D. K., Rudra, S. G., Bhowmik, A., & Pabbi, S. (2022). Nutritional, functional, textural and sensory evaluation of Spirulina enriched green pasta: A potential dietary and health supplement. *Foods*, 11(7), 979. <https://doi.org/10.3390/foods11070979>

LARN. (2014). *Livelli di Assunzione di Riferimento di Nutrienti ed Energia*, 4th ed.; Società Italiana di Nutrizione Umana (SINU): Milano, Italy.

Laureati, M., Cattaneo, C., Bergamaschi, V., Proserpio, C., & Pagliarini, E. (2016). School children preferences for fish formulations: The impact of child and parental food neophobia. *Journal of Sensory Studies*, 31(5), 408–415.

Laureati, M., Cattaneo, C., Lavelli, V., Bergamaschi, V., Riso, P., & Pagliarini, E. (2017). Application of the check-all-that-apply method (CATA) to get insights on children's drivers of liking of fiber-enriched apple purees. *Journal of Sensory Studies*, 32(2), Article e12253. <https://doi.org/10.1111/joss.12253>

Laureati, M., De Boni, A., Saba, A., Lamy, E., Minervini, F., Delgado, A. M., & Sinesio, F. (2024). Determinants of Consumers' acceptance and adoption of novel food in view of

more resilient and sustainable food systems in the EU: A systematic literature review. *Foods*, 13(10), 1534. <https://doi.org/10.3390/foods13101534>

Laureati, M., Morin-Audebrand, L., Pagliarini, E., Sulomt-Ross´e, C., K¨oster, E. P., & Mojet, J. (2008). Food memory and its relation with age and liking: An incidental learning experiment with children, young and elderly people. *Appetite*, 51(2), 273–282. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.02.019>

Laureati, M., Pagliarini, E., Gallina Toschi, T., & Monteleone, E. (2015). Research challenges and methods to study food preferences in school-aged children: A review of the last 15 years. *Food Quality & Preference*, 46, 92–102. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.07.010>

Laureati, M., Sandvik, P., Almli, V. L., Sandell, M., Zeinstra, G. G., Methven, L., & Proserpio, C. (2020). Individual differences in texture preferences among European children: Development and validation of the child food texture preference questionnaire (CFTPQ). *Food Quality and Preference*, 80, Article 103828. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103828>

Laureati, M., Spinelli, S., Monteleone, E., Tesini, F., ... Pagliarini, E. (2018). Associations between food neophobia and responsiveness to “warning” chemosensory sensations in food products in a large population sample. *Food Quality and Preference*, 68, 113–124.

Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: Principles and practices*. New York Inc: Springer-Verlag.

Liem, D. J., Mars, M., & de Graaf, C. (2004). Consistency of sensory testing with 4- and 5-year-old children. *Food Quality and Preference*, 15, 541–548. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2003.11.006>

Liem, D. J., & Mennella, J. A. (2003). Heightened sour preferences during childhood. *Chemical Senses*, 28, 173–180. <https://doi.org/10.1093/chemse/28.2.173>

Lucas, B. F., Morais, M. G., Santos, T. D., & Costa, J. A. V. (2018). Spirulina for snack

- enrichment: Nutritional, physical and sensory evaluations. *LWT*, 90, 270–276.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.032>
- Lucas, B. F., da Rosa, A. P. C., de Carvalho, L. F., de Moraes, M. G., Santos, T. D., & Costa, J. A. V. (2019). Snack bars enriched with *Spirulina* for schoolchildren nutrition. *Food Science and Technology*, 40, 146–152. <https://doi.org/10.1590/fst.06719>
- Lukasewycz, L. D., & Mennella, J. A. (2012). Lingual tactile acuity and food texture preferences among children and their mothers. *Food Quality and Preference*, 26, 58–66.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.03.007>
- Lynch, C., Kristjansdottir, A. G., Te Velde, S. J., Lien, N., Roos, E., Thorsdottir, I., Krawinkel, M., DeAlmeida, M. D. V., Papadaki, A., Hlastan Ribic, C., Petrova, S., Ehrenblad, B., Halldorsson, T. I., Poortvliet, E., & Yngve, A. (2013). Fruit and vegetable consumption in a sample of 11-year-old children in ten European countries—The PRO GREENS cross-sectional survey. *Public Health Nutrition*, 17(11), 2436–2444.
<https://doi.org/10.1017/S1368980014001347>
- Meyners, M., & Castura, J. C. (2016). Randomization of CATA attributes: Should attribute lists be allocated to assessors or to samples? *Food Quality and Preference*, 48, 210–215.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.09.014>
- Naes, T., Brockhoff, P. B., & Tomic, O. (2011). *Statistics for sensory and consumer science*. John Wiley & Sons Ltd.
- Nunnally, J., & Bernstein, D. I. H. (1994). *Psychometric theory*. McGraw-Hill Companies (Incorporated).
- Özbal, B., Çelekli, A., Gün, D., & Bozkurt, H. (2022). Effect of *Arthrospira platensis* incorporation on nutritional and sensory attributes of white chocolate. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 28, Article 100544. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100544>
- Pliner, P., & Hobden, K. (1992). Development of a scale to measure the trait of food

neophobia in humans. *Appetite*, 19(2), 105–120. [https://doi.org/10.1016/0195-6663\(92\)90014-W](https://doi.org/10.1016/0195-6663(92)90014-W)

Rabitti, N. S., Bayudan, S., Laureati, M., Neugart, S., Schouteten, J. J., Apelman, L., Sermin, D., & Sandvik, P. (2024). Snacks from the sea: A cross-national comparison of consumer acceptance for crackers added with algae. *European Food Research and Technology*, 250(8), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s00217-024-04530-y>

Raggio, L., & Gambaro, A. (2018). Study of the reasons for the consumption of each type of vegetable within a population of school-aged children. *BMC Public Health*, 18, 1163. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-6067-4>

Rioux, C., Picard, D., & Lafraire, J. (2016). Food rejection and the development of food categorization in young children. *Cognitive Development*, 40, 163–177. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2016.09.003>

Rocha, C., Ribeiro, J. C., Lima, R. C., Prista, C., Raymundo, A., Patto, M. C. V., & Cunha, L. M. (2021). Application of the CATA methodology with children: Qualitative approach on ballot development and product characterization of innovative products. *Food Quality and Preference*, 88, Article 104083. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104083>

Rogel-Castillo, C., Latorre-Castañeda, M., Muñoz-Muñoz, C., & Agurto-Muñoz, C. (2023). Seaweeds in Food: Current Trends. *Plants*, 12(12), 2287. <https://doi.org/10.3390/plants12122287>

Sandvik, P., Laureati, M., Jilani, H., Methven, L., Sandell, M., Hørmann-Wallner, M., & Almli, V. L. (2020). Yuck, this biscuit looks lumpy! Neophobic levels and cultural differences drive children's check-all-that-apply (CATA) descriptions and preferences for high-fibre biscuits. *Foods*, 10(1), 21. <https://doi.org/10.3390/foods10010021>

Santos, T. D., Freitas, B. C. B., Moreira, J. B., Zanfonato, K., & Costa, J. A. V. (2016). Development of powdered food with the addition of *Spirulina* for food supplementation

of the elderly population. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 37, 216–220. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.07.016>

Shahbazizadeh, S., Khosravi-Darani, K., & Sohrabvandi, S. (2015). Fortification of Iranian traditional cookies with spirulina platensis. *Annual Research & Review in Biology*, 144–154. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2015/13492>

Trentacoste, E. M., Martinez, A. M., & Zenk, T. (2015). The place of algae in agriculture: Policies for algal biomass production. *Photosynthesis Research*, 123(3), 305–315. <https://doi.org/10.1007/s11120-014-9985-8>

Vaughan, K., Ranawana, V., Cooper, D., & Aceves-Martins, M. (2022). Effect of brown seaweed on plasma glucose in healthy, at-risk, and type 2 diabetic individuals: Systematic review and meta-analysis. *Nutrition Reviews*, 80(5), 1194–1205. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuab069>

Wu, J. Y., Tso, R., Teo, H. S., & Haldar, S. (2023). The utility of algae as sources of high value nutritional ingredients, particularly for lternative/complementary proteins to improve human health. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1277343. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1277343>

圖表

Table 1. Participants' consumption of algae products (answers to questions are reported as % of "Yes"); p-values according to Chi-square test.

表 1、參與者對藻類產品的消費情況（問題的答案以“是”的百分比表示）；根據卡方檢定得出的 p 值。

Table 1

Participants' consumption of algae products (answers to questions are reported as % of "Yes"); p-values according to Chi-square test.

Questions	Age group		
	Adults	Children	p-value
Have you ever consumed algae in the past? (% Yes)			
In sushi	80.6	54.4	p < 0.001
As snack (e.g. crackers, crisps)	16.7	7.0	p < 0.01
I've never consumed algae or products made with algae	6.5	34.2	p < 0.001

Table 2. Cochran's Q test performed on each CATA attribute for children and adults. Pvalues in bold are significant ($p < 0.05$).

表 2、對兒童和成人的每個 CATA 屬性進行 Cochran's Q 檢定。粗體顯示的 p 值具有統計意義 ($p < 0.05$)。

Table 2

Cochran's Q test performed on each CATA attribute for children and adults. P-values in bold are significant ($p < 0.05$).

Sensory attributes	Children p-values	Adults p-values
Golden/yellowish color	<0,0001	<0,0001
Brownish color	<0,0001	<0,0001
Blue color	<0,0001	<0,0001
Green color	<0,0001	<0,0001
Thick (appearance)	0,093	0,025
Speckled	<0,0001	<0,0001
Unnatural color	<0,0001	<0,0001
Oily flavor	0,003	<0,0001
Off-flavor	<0,0001	<0,0001
Fish flavor	<0,0001	<0,0001
Spinach/grassy flavor	<0,0001	<0,0001
Mushroom flavor	0,113	0,000
Toasted bread flavor	<0,0001	<0,0001
Bitter	<0,0001	<0,0001
Sweet	0,001	0,036
Salty	0,402	0,032
Umami	<0,0001	<0,0001
Bland flavor	0,123	<0,0001
Spicy flavor	0,341	0,023
Dry	0,112	0,456
Crunchy	0,481	0,530
Brittle	0,519	0,002
Hard	0,066	<0,0001

Table 3. Contingency table built from CATA data by children and adults.

表 3、根據 CATA 數據，由兒童和成人建立的列聯表。

Table 3

Contingency table built from CATA data by children and adults.

Age group	Samples	Appearance							Taste/Flavor										Texture					
		Golden color	Brownish color	Blue color	Green color	Unnatural color	Thick	Speckled	Bitter	Sweet	Salty	Umami	Oily	Off-flavor	Fish	Spinach grassy	Mush room	Toasted bread	Bland	Spicy	Dry	Crunchy	Brittle	Hard
Children	Control	102	1	0	0	5	18	78	3	15	44	2	32	4	1	4	7	60	26	2	32	85	24	28
	<i>Lithothamnium c.</i>	96	6	0	0	6	25	75	4	23	44	1	48	4	2	5	1	64	20	3	40	86	24	22
	<i>Palmaria palmata</i>	63	21	0	20	15	13	97	12	7	48	13	26	16	28	27	10	35	28	2	43	78	18	37
	<i>Saccharina l.</i>	62	20	0	18	23	22	96	18	9	50	10	33	16	10	24	5	38	20	7	48	76	18	32
	<i>Blue Spirulina</i>	6	6	71	29	46	16	50	4	16	47	6	33	6	6	22	5	40	15	5	37	83	25	22
Adults	<i>Green Spirulina</i>	1	8	4	106	26	15	21	18	13	38	7	29	13	15	47	7	26	27	5	45	84	19	28
	Control	105	0	0	0	0	14	34	2	13	29	3	60	3	1	2	3	71	43	2	33	85	35	30
	<i>Lithothamnium c.</i>	99	4	0	0	2	9	32	1	11	27	4	57	5	2	1	3	75	42	2	34	85	38	30
	<i>Palmaria palmata</i>	59	23	0	13	3	5	77	7	5	35	27	15	29	73	35	9	20	10	1	30	89	31	33
	<i>Saccharina l.</i>	60	13	1	24	5	10	59	13	4	39	22	28	21	31	35	17	38	25	3	28	79	24	45
	<i>Blue Spirulina</i>	4	0	81	13	48	4	36	4	12	34	15	30	9	0	26	7	59	33	5	27	84	45	10
	<i>Green Spirulina</i>	0	3	3	106	17	5	4	12	6	24	16	24	17	12	72	16	34	27	9	36	82	44	16

Fig 1. Mean hedonic ratings ($\pm$ SEM) by age group and by sex. Different letters indicate significant differences according to Bonferroni post-hoc test.

圖 1、依年齡組別及性別分列的平均享樂分數 ($\pm$ 標準誤差)。不同字母表示根據 Bonferroni 事後檢定有顯著差異。

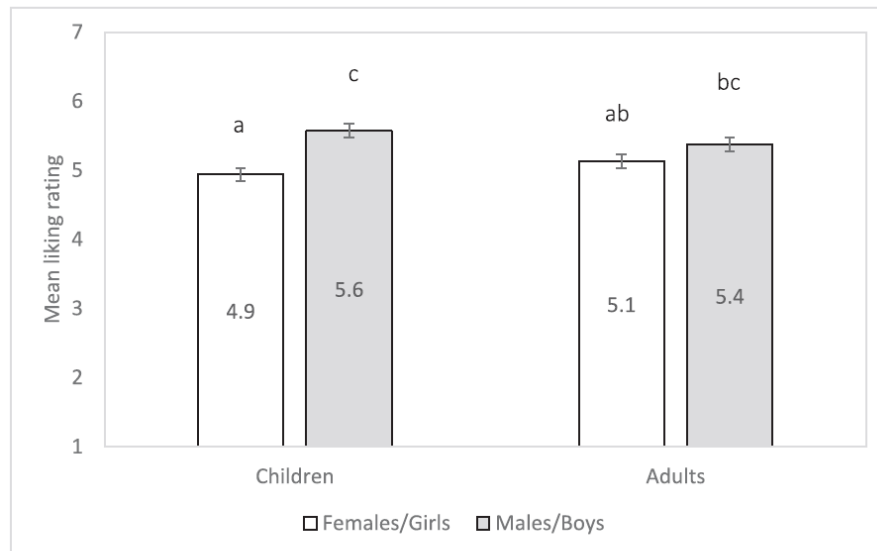


Fig. 1. Mean hedonic ratings ($\pm$ SEM) by age group and by sex. Different letters indicate significant differences according to Bonferroni post-hoc test.

Fig 2. Mean hedonic ratings ($\pm$ SEM) by age group for the six algae-added crackers. Different letters indicate significant differences according to Bonferroni post-hoc test ($p < 0.05$).

圖 2、六種添加藻類的餅乾依年齡組別畫分的平均享樂分數 ($\pm$ 標準誤差)。不同字母表示根據 Bonferroni 事後檢定有顯著差異。

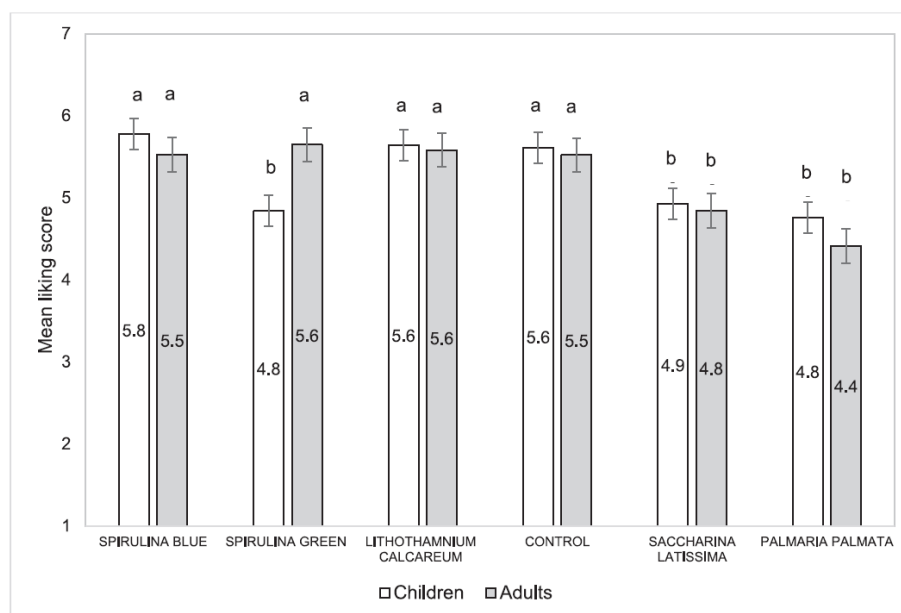


Fig. 2. Mean hedonic ratings ($\pm$ SEM) by age group for the six algae-added crackers. Different letters indicate significant differences according to Bonferroni post-hoc test ($p < 0.05$).

Fig 3. a-b. Symmetric plot based on CATA descriptions of the six cracker samples by children (n = 114) and adults (n = 108).

圖 3、a-b. 根據兒童 (n = 114) 和成人 (n = 108) 對六種餅乾樣本的 CATA 描述繪製的對稱圖。

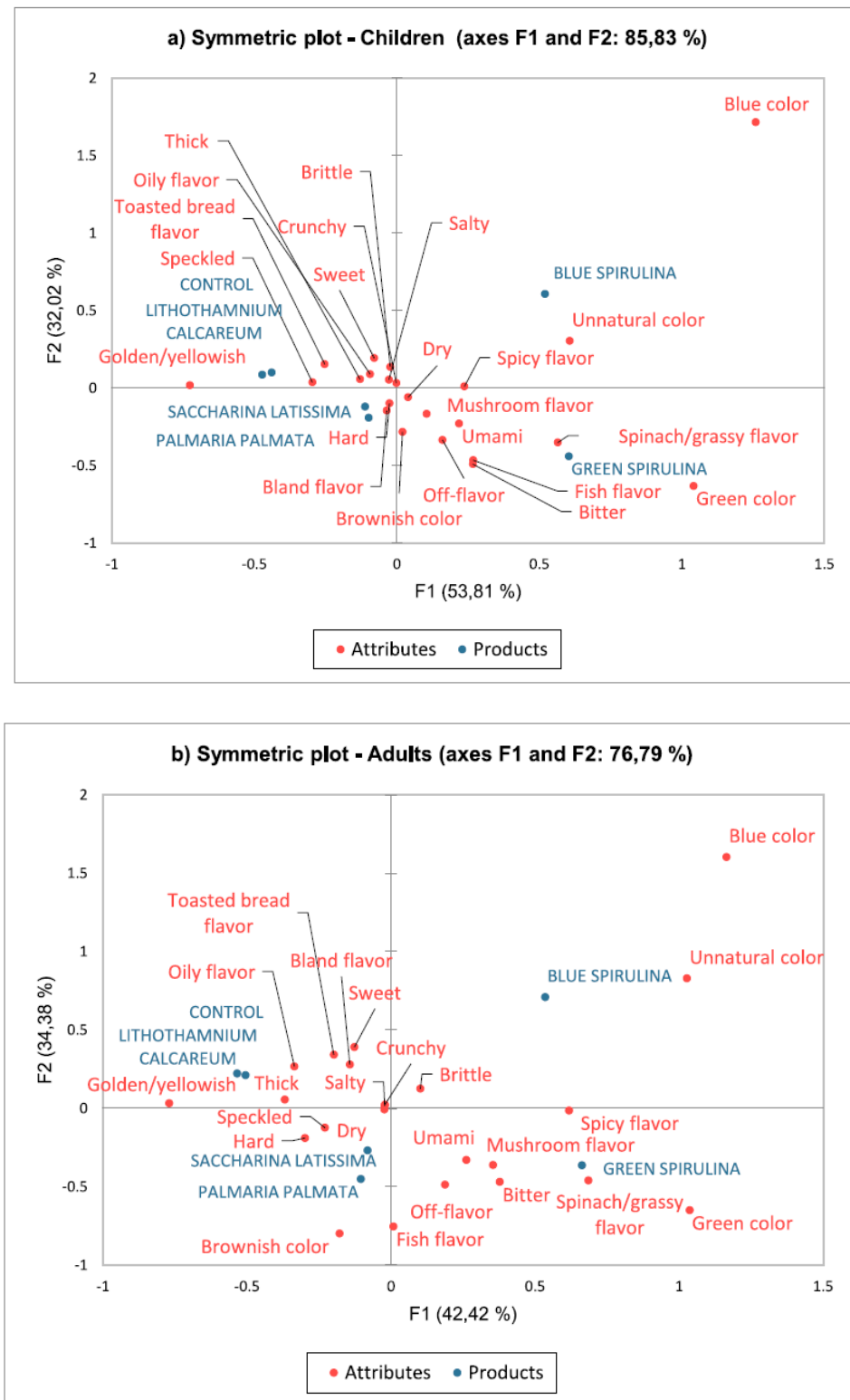


Fig. 3. a-b. Symmetric plot based on CATA descriptions of the six cracker samples by children (n = 114) and adults (n = 108).

Fig 4. a-b. Principal coordinate plot based on CATA descriptions and liking of six cracker samples evaluated by children (n = 114) and adults (n = 108) for the six samples.

圖 4、a-b. 基於 CATA 描述和兒童 (n = 114) 和成人 (n = 108) 對六種餅乾樣本的喜好度的主座標圖。

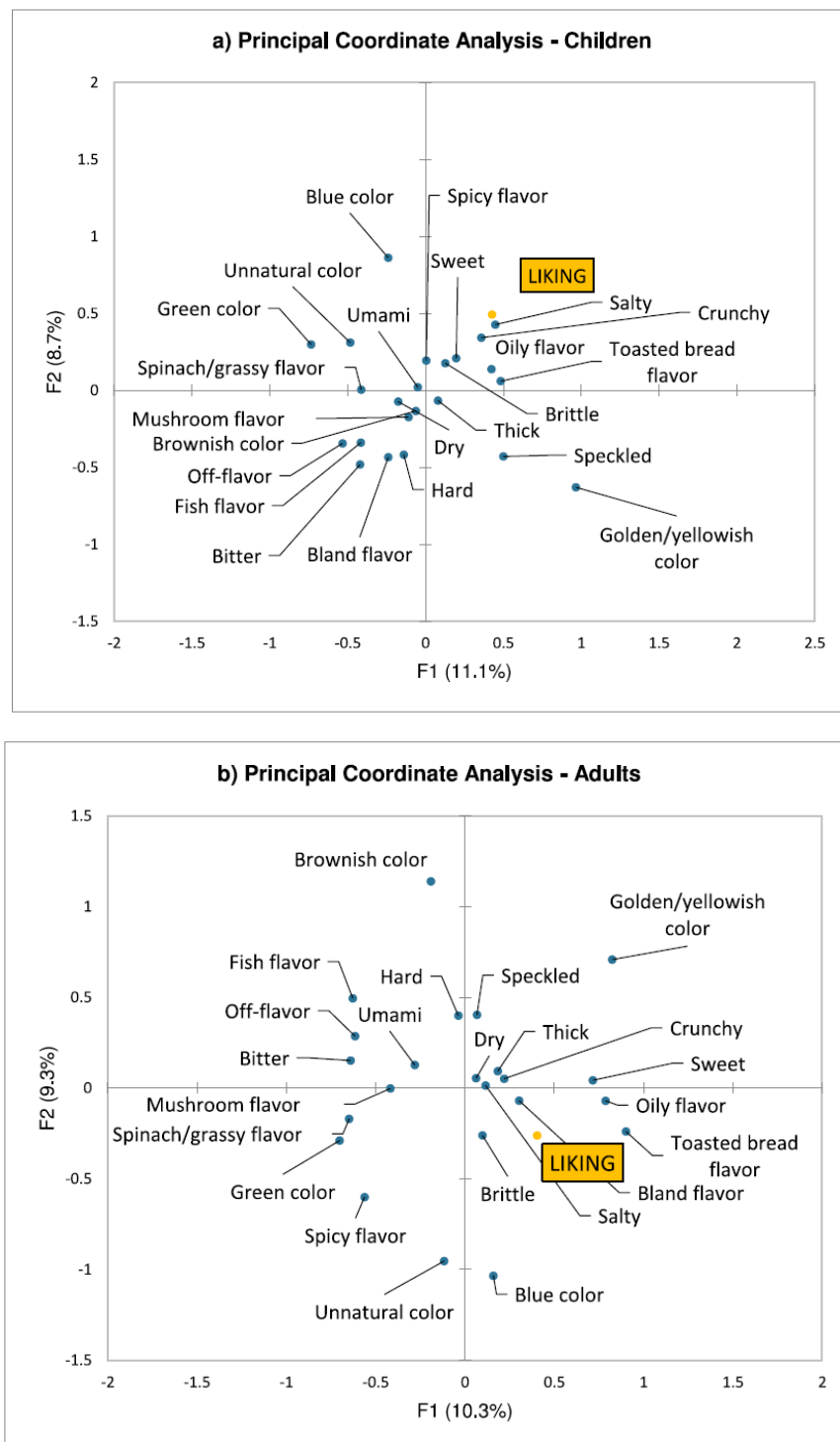


Fig. 4. a-b. Principal coordinate plot based on CATA descriptions and liking of six cracker samples evaluated by children (n = 114) and adults (n = 108) for

Fig 5. a-b. Liking mean impact plot representing the impact of sensory descriptors from the CATA list on the overall liking of the six cracker samples for children (n = 114) and adults (n = 108) (b).

The red bars to the left of 0 indicate that the attribute's presence was correlated to decreases in overall liking while the blue bars to the right of 0 indicate that the attribute's presence was correlated to increases in overall liking. Only attributes that resulted in significant increase or decrease in overall liking are present. (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

圖 5、a-b. 喜好均值影響圖，展示了 CATA 列表中感官描述符對六種餅乾樣品中兒童（n = 114）和成人（n = 108）總體喜好度的影響（b）。0 左側的紅色長條表示該屬性的存在與整體喜好度的降低有關，而 0 右側的藍色長條表示該屬性的存在與整體喜好度的提升有關。圖中僅顯示導致整體喜好度顯著提高或降低的屬性。

