

風險評估研究
第十九號報告書

微波煮食與食物安全

香港特別行政區政府
食物環境衛生署
二零零五年六月

本報告書由香港特別行政區政府食物環境衛生署(食環署)轄下食物及公共衛生部發表。未經食環署書面許可，不得將本報告書所載全部或部分研究資料翻印，亦不得審訂或摘錄這些資料。若採用本報告書其他部分內容，須作出確認聲明。

通訊處：

香港金鐘道 66 號

金鐘道政府合署 43 樓

食物環境衛生署

風險評估組

電子郵箱：enquiries@fehd.gov.hk

目錄

	<u>頁數</u>
摘要	2
目的	3
引言	3
微波煮食的原理	3
微波的性質	
加熱過程	
微波爐的構造	
與傳統焗爐比較	
微波煮食帶來的化學風險	8
微波煮食帶來的微生物風險	10
微波煮食令營養素流失的情況	11
微波煮食時與食物接觸的物料	12
關乎微波煮食的其他問題	15
灼傷	
輻射危害	
結論	16
給市民的建議	
參考文件	19
圖 1.電磁波頻譜	4
圖 2.微波爐的基本結構	6

風險評估研究
第十九號報告書

微波煮食與食物安全

微波煮食與食物安全

摘要

微波是指頻率介乎 300 與 300,000 兆赫的電磁波。食物一旦吸收了微波的能量，食物中的水分子便會隨着微波的交流電磁場旋轉，從而產生煮食的熱能。用微波爐解凍、烹煮和翻熱食物十分方便，但經微波處理的食物是否安全，則間中會引起一些公眾的關注。這項研究探討微波煮食的基本原理，以及進食經微波處理的食物對食用者帶來的潛在食物危害和健康風險。現有證據顯示使用微波煮食只要依循指引，煮出來的食物無論在食用安全或營養價值方面，都與採用傳統方法烹煮的食物差不多。這項研究亦向市民提出安全使用微波爐的建議。

目的

這項研究旨在：(i)說明微波煮食的基本原理；(ii)確定微波煮食所引致的食物危害；以及(iii)評估經微波處理的食物對食用者健康所帶來的風險。

引言

2. 第二次世界大戰期間，科學家發現雀鳥碰撞到雷達杆會下墜地上，噉噉作響和被煮熟；此後，利用微波煮食的念頭便應運而生¹。戰後不久，微波爐隨即面世²。

3. 時至今日，使用微波爐解凍、烹煮和翻熱食物十分方便，微波爐因而日益普及³。大部分家庭和食肆都有微波爐，用來製備膳食。不過，經微波處理的食物是否安全，則備受公眾關注。有人擔心微波煮食會產生有害的化學物質，或減低食物的營養價值。

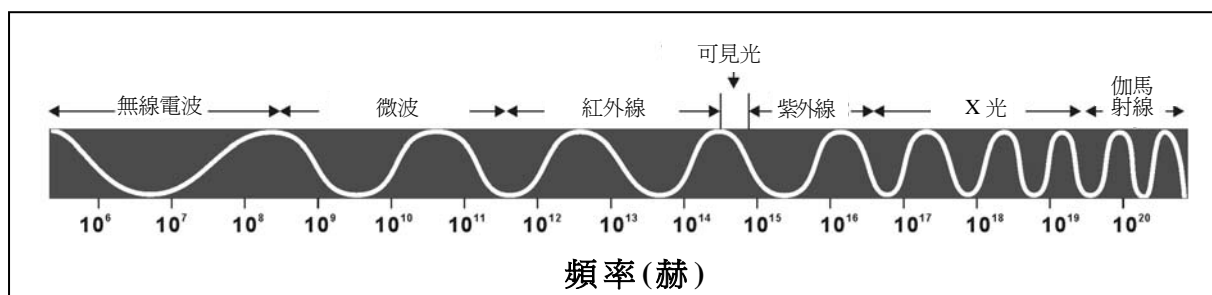
微波煮食的原理

微波的性質

4. 微波是指頻率在 300 至 30 萬兆赫(1 兆赫為每秒 100 萬周)之間的電

磁波。電磁波是在空間同時移動的電能波和磁能波，包括伽馬射線、X光、紫外線、可見光、紅外線、微波，以及能量較低的無線電波。微波能穿過玻璃、紙張、塑膠及陶瓷等物質，並為食物和水所吸收，但會被金屬反射^{1,4,5,6,7}。

圖 1. 電磁波頻譜



5. 微波的用途十分廣泛，可用於偵測超速車輛、發送電話、無線電和電視訊號、治療肌肉疼痛、弄乾和處理膠合板、處理橡膠及樹脂、發酵麩包及炸麩包圈，以及烹煮薯片等。不過，消費者最常用的，莫過於微波爐⁶。

加熱過程

6. 一般來說，微波爐內產生的交流電磁場會令食物中的極性分子和離子受激、旋轉和碰撞。這些分子摩擦會產生熱能，使溫度上升。當中有兩個主要的方法 – 極性相互作用和離子相互作用，正好解釋微波如何在食物中產生熱能。

極性相互作用

7. 食物一旦吸收了微波的能量，食物中的極性分子例如水分子便會隨

着交流電磁場旋轉。水分子屬「偶極子」，一端帶正電荷，另一端帶負電荷。偶極子在電磁場作用下，就會如磁石一樣自行定向，而水分子的旋轉會產生煮食用的熱能^{1,5,7}。

離子相互作用

8. 除了偶極的水分子外，食物中的離子合成物(例如已溶解的鹽分)亦會因電磁場而加速，撞擊其他分子產生熱能^{1,5,7}。

9. 因此，食物的成分會影響其在微波爐內加熱的情況。由於極性相互作用，水分含量高的食物的加熱速度較快。當食物的離子(如已溶解的鹽分)含量增加，加熱的速度亦因為微波與離子的相互作用而增加。雖然油分子比水分子的極性較低，又不屬於離子，不過，高脂食物的加熱速度亦很快，這是由於油的熱容量大約小於水的一半⁸。

微波爐的構造

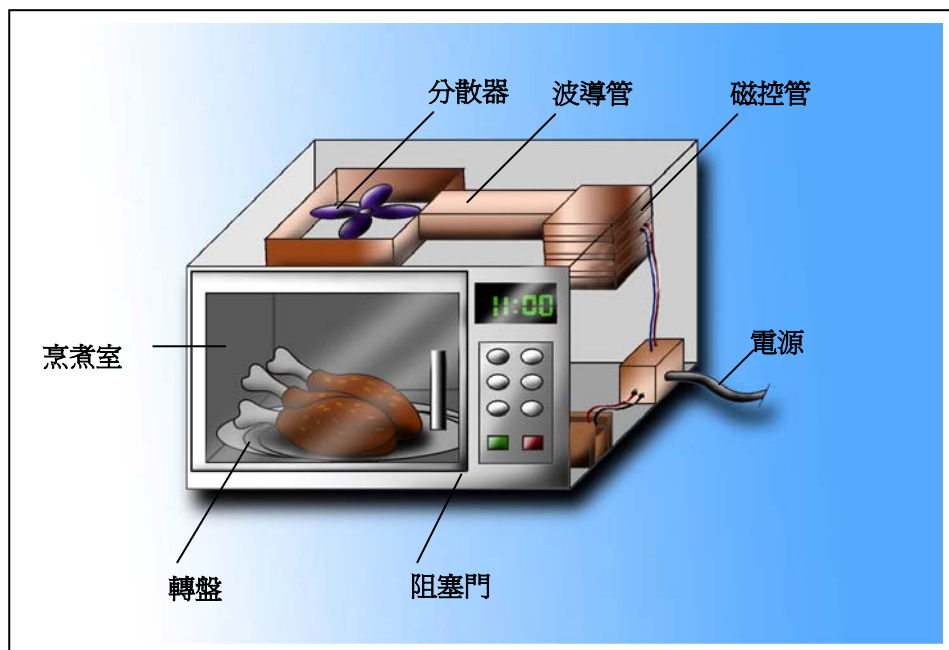
10. 現今的微波爐一般包含以下基本組件^{1,7}：

- (i) 電源和控制：控制輸入磁控管的電能和烹煮時間；
- (ii) 磁控管：是一個真空管，管內的電能會轉化為振動電磁場。家用微波爐的頻率是 2450 兆赫；
- (iii) 波導管：是長方形的金屬管，把磁控管中產生的微波導引至烹煮室。波導管有助避免磁控管被食物直接濺污而影響功能；
- (iv) 分散器：通常用來分散來自波導管的微波，使食物加熱更為均勻；
- (v) 轉盤：把食物旋轉，讓食物經過烹煮室內固定的熱點和冷點，均勻地接觸到微波；

- (vi) 烹煮室：食物在其內接觸到微波而受熱；以及
- (vii) 爐門兼阻塞門：容許食物放進烹煮室。爐門和阻塞門構造特別，可防止微波經由爐門和烹煮室之間的縫隙洩出。

圖 2 說明微波爐的基本結構。

圖 2. 微波爐的基本結構



與傳統焗爐比較

加熱過程

11. 傳統焗爐是以其內四周的熱空氣加熱食物，微波爐則利用交流電磁場而把食物加熱。不過，由於微波爐烹煮室內所產生的電磁場並非平均分布，食物會出現加熱不均勻的情況¹。

12. 脂肪的熱容量較低，所以加熱的速度比水快。另一方面，高脂食物

可加熱至攝氏 200 度以上，而水分含量高的食物因水的沸點較低，不能烹煮至攝氏 100 度以上，除非水分已全部蒸發。一般來說，加熱過程所需時間和溫度視乎多項因素而定，包括食物的成分、大小、數量、形狀、密度和物理狀態等。食物的微波吸收率增加，微波的穿透度便會減低。水分或鹽分含量高的食物可吸收較多微波，食物的表面因而加熱較快，同時限制微波的穿透度。冷藏食物已解凍部分的加熱速度也較快，因為水的微波吸收率較冰為高¹。

13. 加熱過程不均勻，會令食物出現熱點和冷點，因而令人關注會否滋生微生物以致影響食物安全。現今微波爐的設計已有改善，加熱不均勻的情況已盡量減少。不過，烹煮食物後應等候片刻才進食，讓熱力擴散到食物的其他部分^{1,7}。

食物的色香味

14. 微波爐與傳統焗爐的另一分別，是微波爐不能令食物變得金黃香脆。不過，如在加熱食物時使用一種稱為微波感受器(susceptors)的包裝物料，便能達到以上的效果。典型的微波感受器用附有鋁金屬顆粒的聚酯軟膠片及紙張或紙板製造。鋁質層吸收微波後很快熱起來，能令食物鬆脆¹。此外，一些特別設計的微波爐型號設有燒烤加熱系統。這些兼具微波煮食功能和燒烤加熱器的微波爐，能令食物較快變得金黃香脆。

效率

15. 傳統焗爐內的熱空氣一旦外泄，爐內的熱力便減弱，而微波煮食時熱力在食物內產生，損失的能量較少。視乎食物的種類，大部分微波爐的平均烹煮時間只為傳統焗爐的 20%，並可節省至少 20%的能源¹。

微波煮食帶來的化學風險

16. 在烹煮食物的過程中，特別是燒烤、烘焗等以高溫烹煮食物的方法，會產生可能致癌的物质。有人擔心微波煮食也會增加食物的致癌或誘變物质。

17. 目前，並無科學證據證明利用微波加熱食物會增加致癌物质。一項有關烹煮羊肉和牛肉產生誘變物质的研究指出，並無證據證明使用微波烹煮的羊扒、西冷牛扒、羊腿或牛肉卷產生誘變物质⁹。另一項研究的結果也顯示，把使用微波烹煮的食物餵飼老鼠，跟採用傳統方法烹煮的食物比較，一樣對老鼠無害¹⁰。

18. 在各類致癌物质中，雜環胺(heterocyclic amines，簡稱 HCAs)、多環芳香族碳氫化合物(polyaromatic hydrocarbons，簡稱 PAHs)及亞硝胺(nitrosamines)的形成最令人關注。曾經有多項研究，比較微波煮食與其他傳統煮食方法產生這些化學物质的情況，現把這些研究的結果概述如下：

雜環胺(HCAs)

19. HCAs 是一類化合物，以高溫方法(例如燒烤、烤焙或放在平底鍋內煎)煮熟的肌肉含有此化合物。世界衛生組織的國際癌症研究機構(International Agency for Research on Cancer)把 2-氨基-3-甲基咪唑[4,5-f]喹啉這種 HCAs 列為可能(probable)令人類患癌的物质(第 2A 組)¹¹，以及全面含有基因毒性，另把九種 HCAs 列為或可能(possible)令人類患癌的

物質(第 2B 組)。肉類在攝氏 100 度或以下及以較短時間烹煮，只產生微量的 HCAs¹²。因此，使用微波或沸水烹煮食物所產生的 HCAs 分量會較少。一項研究發現，與煎的烹煮方法比較，使用微波烹煮雞腿可減少某幾種 HCAs 的形成¹³。燒烤前先用微波爐烹煮肉類，也可大大減少 HCAs 的形成^{1,14}。另一項研究也發現，在相同條件下煎熟的牛肉餅，經微波預先處理的牛肉餅所含有的幾種選定 HCAs 的含量，比沒有經微波處理的減少三至九倍之多¹⁵。

多環芳香族碳氫化合物(PAHs)

20. PAHs 是指一大組含有兩個或以上由碳和氫原子組成的稠芳香環的有機化學物。一般認為 PAHs 的形成與燃料未充分燃燒有關。烘焗、燒烤或煙燻等處理或烹煮食物的方法會產生 PAHs，並增加食物中的 PAHs 含量¹⁶。差不多所有燒焦的食物，不論成分，都含有 PAHs¹⁷，但以某些方法(例如蒸和微波煮食)烹煮的食物，則含有很少分量的 PAHs。一項研究發現，用粟米油以傳統方法煎熟或翻熱的牛肉，PAHs 含量頗高，但以微波烹煮或翻熱的牛肉只含微量 PAHs¹。

亞硝胺

21. 亞硝胺是由亞硝基化劑(例如亞硝酸鹽)與一種仲胺或叔胺產生反應而形成。醃製、弄乾或烹煮某些食物時便會產生這種反應¹⁸。國際癌症研究機構已把最常見和最多人研究的亞硝胺，即 N-亞硝基二甲胺(N-nitrosodimethylamine)(亦即二甲基亞硝胺)列為可能令人類患癌的物质(第 2A 組)¹⁹。一項研究發現，使用微波煮熟的煙肉樣本的亞硝胺含量，遠比煎熟的煙肉樣本的亞硝胺含量為低¹。另一項研究結果顯示，與使用氣體爐等直接加熱的方法比較，利用微波烹煮或蒸等間接加熱的方法烹煮海味所產生的 N-亞硝基二甲胺含量較少²⁰。

22. 總而言之，使用微波烹煮肉類及肉類製品不會產生大量 HCAs、亞硝酸胺或 PAHs。其實，有建議在燒烤前用微波將肉類預先烹煮，藉以盡量減少 HCAs 及 PAHs 產生。原因可能是微波煮食的溫度較低(通常不會超過攝氏 100 度)，烹煮的時間也較短。

23. 也有人指微波煮食會產生其他化學物質。不過，現時仍未有科學證據顯示這些化學物質與微波煮食有關。

微波煮食帶來的微生物風險

24. 幾乎所有食物某種程度上都受到微生物的污染。由於微波煮食通常需時較短，有時會令食物表面的溫度較低，因此，有人擔心微波煮食是否跟傳統的烹煮方法一樣能有效殺死食源性致病原。多項研究指出，只要達到所需的溫度和時間，微波煮食跟傳統烹煮方法一樣可以殺死微生物和孢子^{1,21,22}。不論是微波煮食抑或是傳統烹煮方法，同樣需要溫度與時間配合，亦即生的動物源食物一般須至少以攝氏 75 度加熱 15 秒，才能殺死食物可能含有的致病原。不過，有些研究的結果卻截然不同，這可能是由於食物加熱不均勻所致。要避免加熱不均勻的情況，方法之一是在微波煮食時把食物蓋好²³。因此，在設計微波爐和編寫微波煮食程序時，必須顧及微波煮食的加熱過程和特點，確保以足夠溫度烹煮食物，從而殺死微生物¹。

25. 也有人質疑，微波爐內是否有無熱(athermal)活動，可以殺死細菌，

亦即微生物並非由熱力殺死，但目前並無證據證明^{1,21}。

微波煮食令營養素流失的情況

蛋白質

26. 蛋白質加熱後會因分子結構改變而變質。蛋白質降解的速度視乎加熱的時間和溫度。研究結果顯示，採用傳統方法烹煮的食物的蛋白質營養成分，與使用微波烹煮的差不多^{1,24}。

脂肪

27. 加熱食物時，由於有氧氣存在，會令食物的脂肪成分，包括甘油三酸酯、飽和及不飽和脂肪酸，以及膽固醇產生多種分解反應(熱分解反應和氧化反應)。由此而增加的脂肪氧化物對健康的影響尤其令人關注。曾有多項研究分析微波煮食對脂肪穩定性的影響，包括研究大豆、蛋黃和肉類內甘油三酸酯的水解作用；雞肉和牛肉餅、雞脂肪、牛脂、煙肉脂肪、虹鱒魚及花生油內脂肪酸的概況；和肉類、蛋黃及雞肉所含的多元不飽和脂肪酸的過氧化反應。現有證據顯示，微波煮食不會引致更多的化學物質改變¹。

維他命

28. 曾有多項研究比較以傳統方法和微波烹煮的各種肉類及蔬菜，在保存維他命方面的情況。一般來說，水溶性維他命，例如維他命 B 和維他命 C 較易受熱處理的影響。維他命的保存會因食物的大小和形狀、烹煮時間、食物內部溫度等因素有差異。現有文獻顯示，由於微波煮食所需

時間較短，因此，利用微波烹煮的食物所保存的維他命，跟採用傳統的方法比較，只有過之而無不及^{1,25}。

礦物質

29. 烹調食物(包括利用微波煮食)通常不會破壞食物的礦物質，但礦物質可在烹煮用的水或肉汁中流失。曾有一項研究比較使用微波和傳統方法燜牛肉，發現微波煮食可以保存更多磷和鉀¹。

30. 因此，使用微波烹煮的食物在營養價值方面，與採用傳統方法烹煮的不相伯仲。

微波煮食時與食物接觸的物料

31. 塑膠、紙張、玻璃、陶瓷和金屬是現今包裝或盛載食物的常用物料，但這些物料並非全部都適宜用於微波煮食。微波一般可穿透塑膠、紙張、玻璃及陶瓷等物料；但有些物料會吸收微波的部分能量，食物可吸收的能量因而減低。

32. 微波煮食時與食物接觸的物料(例如塑膠)會否釋出化學物並進入食物，備受公眾關注。下文概述與食物接觸的常用物料在微波煮食時的安全問題。

塑膠

33. 塑膠容器常用於微波煮食和翻熱食物，這類容器用作盛載外賣膳食

也日趨普遍，但並非所有塑膠物料都適宜用於微波煮食。高密度聚乙烯 (high density polyethylene) 雖可用以盛載水分含量高的食物，但不能用來盛載高脂或高糖食物，因為微波煮食時高脂和高糖食物的溫度可高達攝氏 100 度以上。塑膠物料中，聚丙烯 (polypropylene) 和結晶聚酞酸乙二酯 (crystalline polyethylene terephthalate) 這兩種物料常用於微波煮食，它們的熔點在攝氏 210 至 230 度之間¹。

34. 聚氯乙烯 (poly-vinyl chloride) 和聚乙烯是保鮮紙最常用的物料。為了增加保鮮紙的韌度，製造商加入增塑劑例如二-2-乙基己基己二酸 (di-(2-ethylhexyl) adipate, 簡稱 DEHA)。不過，有人關注具有潛在致癌性的 DEHA 會否釋出並進入食物。國際癌症研究機構評估 DEHA 的致癌程度，認為沒有數據證明 DEHA 會令人類患癌，令動物患癌的證據也是有限，因此，被評定為在「會否令人類患癌」方面未能分類 (第 3 組)²⁶。進食用保鮮紙包裹的一些高脂食物，例如肉類和芝士，會攝入微量的 DEHA。因使用保鮮紙包裝的食物而可能攝入的增塑劑分量遠低於在動物實驗中顯示的毒性水平^{27, 28}。不過，英國在一九八六年進行的研究發現，食物在微波爐內烹煮時，從聚氯乙烯保鮮紙釋出並進入食物的 DEHA 分量在某些情況下可能較高，因此該研究建議不應使用聚氯乙烯保鮮紙鋪碟或包裹食物¹。

紙張

35. 紙張和紙板也能吸收一些微波能量，但紙張沾濕後會變軟，不宜盛載經微波烹煮的食物¹，而且並非所有紙張都適宜用於微波煮食。一項研究發現，用蠟紙或蠟紙袋包裹的食物經微波烹煮後會被蠟烴 (waxed hydrocarbons) 污染²⁹。市民使用蠟紙器皿前應查看有關的標籤 / 包裝，以確定是否適用於微波爐。

玻璃

36. 微波處理食物時，熱力會留在玻璃內。不同種類的玻璃吸收能量的程度各有不同。此外，微波能量穿過玻璃容器(尤其是半徑細小的)後，會疊置在容器的中心位置，因此容器中心的溫度會較容器外的高¹。

陶瓷

37. 陶瓷本身適合微波煮食，但把鍍有金屬邊的陶瓷容器放進微波爐煮食，便會產生電弧，引起火花。電弧效應是因金屬組件把微波反射或反彈所造成，兩個金屬組件之間的空氣繼而離子化，發光的電流便會穿過兩個組件之間的空隙。由於電弧會損害微波爐內的磁控管，因此，應避免電弧出現太多¹。

金屬

38. 一般來說，金屬反射微波能量，使微波無法穿過。由於微波爐內可能產生如上文第 37 段所述的電弧效應，微波煮食時應避免使用金屬容器盛載食物。不過，有些特別的包裝物料(例如微波接受器或爆谷袋)內襯金屬層，目的是使食物達至較高的溫度而變得金黃香脆或爆成爆谷。

39. 總括而言，微波煮食時適當使用包裝物料，有助減低化學物由包裝物料釋出而進入食物的風險。

關乎微波煮食的其他問題

灼傷

40. 把一杯清水放進微波爐加熱會使水變得極熱(水即使極熱但表面看來仍未煮沸)。搖動極熱的水時，例如搖動水杯或加入其他材料，熱水便會從杯中冒出，造成傷害。為免水變得極熱，不要把水或液體在微波爐內過度加熱，或在加熱後等待至少 30 秒才取出杯子或把其他材料放入水中⁶。

41. 把連殼的蛋放進微波爐烹煮，蒸汽會聚積在蛋殼內而引致爆炸。如要用微波爐煮蛋，必須先把蛋殼剝掉或敲裂，並刺戳蛋黃 / 蛋白數下。

輻射危害

42. 市民關注微波爐會否洩漏微波。一般來說，微波爐的設計是爐門打開時便會切斷電源。不過，如果爐門不能緊閉或損壞，微波可能洩出。此外，多個國際組織和規管機構已訂定微波爐安全標準(包括微波爐可洩漏的微波量)，確保微波爐在良好狀況和妥善運作的情況下，只會洩漏極微量甚至偵察不到的微波。市民使用微波爐時如有問題，應停止使用和安排合資格的技工檢查^{3,6}。

結論

43. 今時今日，微波爐的使用提供十分方便的方法去解凍、烹煮和翻熱食物。很多研究已評估使用微波烹煮的食物是否安全和會否流失營養素。現有的證據證明，只要依循指引，使用微波烹煮的食物無論在食用安全或營養價值方面，與採用傳統方法烹煮的食物差不多。

給市民的建議

44. 市民使用微波爐時，應留意下列操作技巧和烹煮方法：

一般守則

- 購買由信譽良好的製造商生產的微波爐。
- 詳細閱讀說明書，掌握建議的操作技巧及清潔方法。
- 微波爐如爐門無法緊閉或操作上有問題，則切勿使用。
- 必須保持微波爐清潔。

烹煮器皿及保鮮紙

- 使用微波爐專用的器皿及保鮮紙。
- 使用微波爐烹煮時，不可使用有金屬裝飾的容器、塑膠貯物袋、塑膠雜物袋、發泡膠托盤或金屬鋁箔(錫紙)。
- 不要再次使用盛載微波快餐或外賣食物的容器，因為這些容器可能只是作一次使用。

烹煮

- 注重衛生，養成良好習慣，例如在處理食物前後都要洗手。
- 食物應以微波爐適用的蓋子或保鮮紙蓋好，並露出一小部分，讓烹煮時產生的蒸汽排出。烹煮時保鮮紙不應接觸食物。

- 較大塊的肉須用中度火力烹煮一段較長時間，讓熱力直透肉的中心而不會把肉的外層煮得過熟。
- 要達致均勻的烹煮效果：
 - 把食物切成小塊，並把較大塊的肉去骨；
 - 把食物平均分布在碟上；
 - 把較大塊或較厚的食物放近碟邊；
 - 烹煮期間取出食物攪動或翻動數次；
 - 烹煮後等候兩分鐘才把食物取出。
- 食物要徹底煮熟，未煮熟的要放回微波爐再煮，直至熟透。家禽和肉類應煮至流出的汁液是清澈和沒有血水為止。
- 不要把水或液體過度加熱，因為水即使極熱但表面看來仍未煮沸。
- 切勿用微波爐烹煮連殼的蛋，以免蒸汽積聚在蛋殼內引致爆炸。如要用微波爐煮蛋，必須先把蛋殼剝掉或敲裂，並刺戳蛋黃 / 蛋白數下。

解凍

- 除去包裝，把食物放在微波爐適用的器皿內解凍。在解凍過程中，要翻動食物和轉換位置。
- 應把冷藏食物徹底解凍後才放進微波爐烹煮。食物如有些部分已經解凍，但有些部分仍處於冷藏狀態，烹煮的程度便會不均勻。
- 冷藏食物在微波爐解凍後應立即烹煮，因為食物在微波爐解凍時，某些部分或會開始烹煮。切勿存放半生不熟的食物備用。

翻熱

- 翻熱食物時，應以微波爐適用的蓋子或保鮮紙覆蓋食物。這樣可把食物均勻加熱，確保食物安全。
- 如以保鮮紙覆蓋食物，宜在碟的一角或碟邊留點空間讓蒸

氣排出，因為有些保鮮紙受熱後會繃緊和裂開。

- 如以保鮮紙覆蓋高脂或高糖食物，宜預留至少一寸的空間，因為這些食物一經受熱，可達到極高的溫度，令保鮮紙熔化。
- 翻熱剩餘的食物和已煮熟的食物時，應翻熱至熱氣騰騰為止。

參考文件

- ¹ Hill, A and ILSI Europe Microwave Oven Task Force. Microwave Ovens. Brussels: ILSI Europe; 1998.
- ² Decareau, R.V. Chapter one: History of the microwave oven. In: Microwave foods: new product development. Trumbull: Food & Nutrition Press, Inc.; 1992. p.1-46.
- ³ Health Canada. Radiation safety of microwave ovens. Available from: URL: http://www.hc-sc.gc.ca/english/iyh/products/micro_ovens.html
- ⁴ Mullin J. Microwave processing. In: Gould, GW, editor. New methods of food preservation. London: Chapman & Hill; 1995. p. 112-134.
- ⁵ Ohlsson, T. Domestic use of microwave ovens. In: Macrae R, Robinson, RK and Sadler, MJ, editors. Encyclopaedia of food science food technology and nutrition. Vol. 2. London: Academic Press; 1993. p. 1232-1237.
- ⁶ Center for devices and radiological Health. Microwave oven radiation. U.S. Food and Drug Administration; 2000. [cited 04 Aug 17] Available from: URL: <http://www.fda.gov/cdrh/consumer/microwave.html>
- ⁷ Buffler, CR. Microwave cooking and processing: engineering fundamentals for the food scientist. New York: Van Nostrand Reinhold; 1993.
- ⁸ Singh, RP and Heldman, DR. Introduction to Food Engineering. San Diego: Academic Press, Inc.; 1993.
- ⁹ Barrington, PJ et al. Mutagenicity of basic fractions derived from lamb and beef cooked by common household methods. Food and Chemical Toxicology 1990; 28(3): 141-6.
- ¹⁰ Jonker, D and Til, HP. Human diets cooked by microwave or conventionally: comparative sub-chronic (13-wk) toxicity study in rats. Food and Chemical Toxicology 1995; 33(4): 245-256.
- ¹¹ IARC. IQ (2-Amino-3-methylimidazo[4,5-f]quinoline): Vol. 56. France: IARC 1993. [cited 2003 Oct 31] Available from: URL: <http://monographs.iarc.fr/htdocs/monographs/vol56/05-iq.htm>
- ¹² National Cancer Institute. Cancer facts – heterocyclic amines in cooked meats. National Cancer Institute; 1996. [cited 2003 Nov 3] Available from: http://cis.nci.nih.gov/fact/3_25.htm
- ¹³ Chiu CP, Yang DY and Chen BH. Formation of heterocyclic amines in cooked chicken legs. Journal of Food Protection 1998; 61(6): 712-9.
- ¹⁴ Skog K and Solyakov A. Heterocyclic amines in poultry products: a literature review. Food and Chemical Toxicology 2002; 40: 1213-1221.
- ¹⁵ Felton JS, Fultz E, Dolbeare FA and Knize MG. Effect of microwave pretreatment on heterocyclic aromatic amine mutagens/carcinogens in fried beef patties. Food Chemical

Toxicology 1994; 32(10); 897-903.

¹⁶ Scientific Committee on Foods of EC (SCF). Opinion of the Scientific Committee on Food in the risk to human health of PAHs in food. Brussels: SCF; 2002.

¹⁷ Phillips DH. PAHs in the diet. Mutation Research 1999; 443:139-47.

¹⁸ Scanlan RA. Nitrosamine. In: Macrae R, Robinson, RK and Sadler, MJ, editors. Encyclopaedia of food science food technology and nutrition. Vol. 5. London: Academic Press; 1993. p.3245-49.

¹⁹ IARC. N-nitrosodimethylamine: Vol. 17. France: IARC 1978. [cited 2004 Oct 3] Available from: URL: <http://www-cie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol17/n-nitrosodimethylamine.html>

²⁰ Lee SJ, Shin JH, Sung NJ, Kim JG, Hotchkiss JH. Effect of cooking on the formation of N-nitrosodimethylamine in Korean dried seafood products. Food Additives and Contaminants 2003; 20(1): 31-6.

²¹ Welt BA, et al. Effect of microwave radiation on inactivation of *Clostridium sporogenes* (PA 3679) spores. Applied and Environmental Microbiology 1994; 60(2): 482-488.

²² Celandroni F, et al. Effect of microwave radiation on *Bacillus subtilis* spores. Journal of Applied Microbiology 2004; 97(6): 1220-7.

²³ Decareau, R.V. Chapter eight: Microbiological considerations. In: Microwave foods: new product development. Trumbull: Food & Nutrition Press, Inc.; 1992. p.189-201.

²⁴ Petrucelli L, Fisher GH. D-aspartate and D-glutamate in microwaved versus conventional heated milk. Journal of American College of Nutrition 1994; 13(2): 209-10.

²⁵ Decareau, R.V. Chapter seven: Nutrition. In: Microwave foods: new product development. Trumbull: Food & Nutrition Press, Inc.; 1992. p.165-187.

²⁶ IARC. Di(2-ethylhexy) adipate: Vol. 77. France: IARC 2000. [cited 2001 Feb 15] Available from: URL: <http://www-cie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol77/77-02.html>

²⁷ Meadows M. Plastics and the Microwave. In: FDA Consumer (November-December 2002). Washington, DC: FDA; November-December 2002. [cited 2004 Aug 17] Available from: URL: <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/fdacplas.html>

²⁸ Food Standards Australia New Zealand. FSANZ finds plastic drink bottles not a safety risk. Media releases & publications – Fact sheet: 3 October 2003. [cited 2003 Oct 11] Available from: URL: <http://www.foodstandards.gov.au/mediareleasespublications/factsheets/factsheets2003/plasticdrinkbottlesf2230.cfm>

²⁹ Castle L, Nichol J, Gilbert J. Migration of mineral hydrocarbons into foods: waxed paper for packaging dry goods including bread, confectionery and for domestic use including microwave cooking. Food Additives and Contaminants 1994; 11(1): 70-89.