

## 微波加热肉类与健康风险综述

### 微波加热肉类与致癌物质生成风险

微波炉加热肉类通常比煎炒或烧烤等传统高温烹调方式生成的致癌物质更少。**杂环胺（Heterocyclic amines, HCAs）**和**多环芳香烃（Polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs）**主要在肉类经过高温或明火烹调时产生

1 :

- **高温/明火烹调**：当肉类在超过约150°C（300°F）的高温下长时间加热时（如煎炸、烧烤），肌肉组织中的氨基酸、肌酐/肌酸和糖类发生美拉德反应和热分解，容易生成HCAs 1。例如，烤得很熟的鸡肉或牛排中往往检出较高浓度的HCAs 1。同时，明火烧烤时肉汁和脂肪滴落在火上产生烟雾，烟雾中的PAHs会附着在肉表面，从而形成PAHs 2。
- **微波烹调**：微波加热主要使食物中的水分子振动生热，一般**不产生明火高温环境**，也不会有燃烧烟熏过程。因此，微波加热肉类**几乎不产生PAHs**，HCAs的生成也大大减少 1 3。研究表明，通过微波炉预先加热肉类，可以缩短之后高温烹调的时间，从而**显著减少HCAs的形成** 4。甚至将肉类完全用微波加热，其所含的HCAs总量极低；例如一项对微波烹调鹅肉的分析中，检测到的HCAs总量只有约2 ng/g 5——这一水平远低于传统煎烤肉制品中常见的HCAs含量。

综上，微波加热肉类在致癌物质生成方面**更为安全**。避免长时间直接明火高温，是减少HCAs和PAHs的关键 6。与煎、烤相比，微波炉由于温度较低且无烟熏过程，可大幅降低这两类致癌物的产生 1 4。

### 微波炉辐射与潜在致癌风险

日常使用微波炉所产生的微波辐射属于**非电离辐射**，能量水平远低于X射线等电离辐射，不足以直接破坏DNA，因此一般不被认为会导致 7。权威机构和研究结论表明，在正常规范使用微波炉的情况下，其辐射**不会增加癌症风险**：

- **非电离辐射性质**：微波属于射频辐射的一种，频率在无线电波范围内。非电离辐射（如可见光、射频、电磁波）不具备电离原子或损伤基因的能量 8 7。除能量比微波高得多的紫外线可能诱发皮肤癌外（UV属非电离辐射中的特例），一般射频/微波辐射**尚未被证明有致癌作用** 7。
- **权威机构意见**：美国癌症协会指出，只要按照说明正确使用微波炉，其泄漏的射频辐射量极低，不会对健康造成危害 9。美国FDA等也对微波炉有严格标准限制其辐射泄漏在安全水平之内 9。正常完好微波炉的辐射被屏蔽在炉腔内，操作时对周围人群**没有已知致癌风险** 9。澳大利亚癌症委员会同样澄清，微波炉加热食物不会使食物带放射性，微波所用的辐射类型是安全的，无需担心致癌问题 7 10。
- **流行病学研究**：针对射频辐射（包括微波）的致癌性，大量研究尚未得到一致结论。一些针对长期强度暴露（如雷达操作、高功率通讯设备）的研究和早期手机用户的流行病学数据显示特定情况下肿瘤风险可能增加 11 12。基于此，2011年世界卫生组织下属的国际癌症研究机构（IARC）将**射频电磁场**列为“可能对人类致癌”的2B类致癌物 12（主要参考的是长期大量使用手机与脑肿瘤风险的有限证据）。然而，需要强调的是，这类风险关联的是**长期高剂量暴露**。针对一般公众日常接触的低强度射频（包括使用微波炉）的研究，大多数实验和流行病学证据**并不支持射频/微波会致癌的假设** 13。换言之，在日常生活情景下，并无可靠证据表明微波炉辐射会增加癌症风险。

**小结：**目前主流科学观点认为，合规使用家用微波炉是安全的，其产生的微波辐射不会诱发癌症<sup>9 7</sup>。与电离辐射不同，微波不能使食物本身带有放射性，也不存在权威研究证实正常使用微波炉会致癌的说法。

## 微波炉中使用玻璃容器的安全性与隐患

使用耐热玻璃器皿在微波炉中加热食物通常被认为是**安全且健康**的选择。与某些塑料容器相比，合格的玻璃容器在微波加热时**不会释放有害物质**<sup>14</sup>。但仍需注意以下几点潜在问题，以确保安全和食物品质：

- **有害物质释放：**玻璃属于非活性材料。食品级的耐热玻璃、瓷器等在加热过程中**不与食物发生反应**，也不向食物渗出化学物质或毒素<sup>14</sup>。研究和食品安全机构指出，玻璃、不锈钢、陶瓷等容器是储存和加热食物的最安全材料之一，不含有像双酚A、邻苯二甲酸酯这类可能在塑料加热时迁移到食物中的化学物<sup>14</sup>。因此，用玻璃饭盒在微波炉加热肉类不会因容器材质产生额外的化学健康隐患。务必选择标有“微波适用”的耐热玻璃制品，以确保其材质和制造工艺适合微波加热，避免某些非微波安全玻璃（如含金属装饰或铅晶质玻璃）加热时出现材料风险。
- **加热不均问题：**微波加热的一个固有缺点是**热分布不均**。由于微波在炉腔内分布不均，加之食物形状成分影响，食物中可能出现“冷热不均”的现象<sup>15</sup>。在玻璃容器中加热肉类时，如果不采取措施，肉块内部某些区域可能加热不足（形成**冷点**），而其他部分可能过热。加热不均不仅影响口感，更重要的是**食品安全风险**：温度未达安全值的部分肉可能残留致病菌，导致食源性疾病<sup>15</sup>。权威食品安全指南强调，用微波炉烹调生肉时应**确保全程均匀受热**<sup>16</sup>。建议将肉类在玻璃容器中均匀铺开，**加盖保鲜膜或盖子**（留有通气口）以利用蒸汽助热<sup>17</sup>。烹调过程中应**中途翻动或搅拌**食物，使热量分布更均匀<sup>18</sup>。加热完成后不要立即取出进食，最好**静置几分钟**让食物内部余热传导，温度进一步拉平<sup>18</sup>。此外，使用食品温度计在加热后检查多处，确保肉类内部**至少达到安全温度**（例如鸡肉等需中心温度不低于74℃，即165°F）<sup>19</sup>。只有这样才能避免因加热不均留下生肉而带来健康隐患。
- **容器耐热与操作：**优质耐热玻璃一般能承受微波加热过程的温度变化。但需避免剧烈的温差冲击，例如**加热后立即将玻璃容器置于凉水上**或放在冰冷表面，防止玻璃因热应力破裂。若玻璃容器已有裂纹或缺口，不建议用于微波加热，因为裂痕处可能难以耐受快速的温度变化，存在**破裂风险**。玻璃容器在微波中本身不会过热发烫，但其中食物受热后会使玻璃变烫，取出时务必小心使用隔热手套，避免烫伤<sup>20</sup>。

综上所述，使用玻璃器皿微波加热食物**本身是健康安全的**，玻璃不会像某些塑料那样释放有害化学物质<sup>14</sup>。主要的注意事项在于：确保容器适宜微波使用且无破损，并采取措施**保证肉类受热均匀充分**，以杜绝任何食品安全隐患<sup>15 19</sup>。

## 结论

综合可靠的科研文献和权威资料，可以得出以下结论：

1. **微波烹调更少致癌物质：**与煎炸、烧烤等高温烹调相比，微波炉加热肉类产生的杂环胺（HCA）和多环芳烃（PAH）含量极低。由于微波加热温度较低且无明火烟熏，肉类中这两类潜在致癌物的形成显著减少<sup>1 4</sup>。因此，从致癌物生成角度看，微波加热是一种相对更安全的烹调方式。
2. **微波辐射无实质致癌风险：**微波炉使用的是非电离辐射，其能量不足以损伤DNA。在正常使用条件下，微波炉的辐射被有效屏蔽，符合安全标准<sup>9</sup>。目前没有可靠研究证据表明家用微波炉的微波辐射会增加人类癌症风险<sup>7 13</sup>。换言之，微波炉本身不会使食物带有放射性，也不会对用户造成辐射致癌危害。

3. **玻璃容器微波加热安全可靠**：合格的耐热玻璃器皿在微波中加热不会向食物释放有害物质<sup>14</sup>，比塑料容器更为安心。需要注意的是微波加热易出现不均匀现象，尤其加热生肉时应确保中心部位也充分熟透，以防范细菌未被杀死<sup>15 19</sup>。只要采用正确方法（使用微波安全容器、加盖保湿、适当翻动、静置均温等），就能安全地用玻璃容器在微波炉中烹调食物，而无显著健康隐患。

#### 参考文献：

- Cross AJ, Sinha R. *Meat-related mutagens/carcinogens in the etiology of colorectal cancer*. Environ Mol Mutagen. 2004;44(1):44–55. DOI: 10.1002/em.20030. <sup>1</sup>
- World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research. *Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective*. AICR, Washington DC, 2007.
- IARC Working Group. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 102: Non-Ionizing Radiation, Part II: Radiofrequency Electromagnetic Fields*. Lyon, France: IARC, 2013. <sup>12 13</sup>
- American Cancer Society. *Does RF Radiation Cause Cancer?* (Last revised 2020) <sup>9</sup>
- Marlene Geiger. *Safe Food Storage Containers*. Iowa State Univ. Extension, 2023. <sup>14</sup>
- Clemson Univ. Cooperative Extension. *Microwave Food Safety*. HGIC 3586, Revised 2011. <sup>15 19</sup>

---

<sup>1 2 4 6</sup> Chemicals in Meat Cooked at High Temperatures and Cancer Risk - NCI  
<https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/diet/cooked-meats-fact-sheet>

<sup>3</sup> Formation and mitigation of heterocyclic amines (HCAs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in high temperature processed meat products: a review | Discover Food  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s44187-025-00391-w>

<sup>5</sup> S6A-25  
[https://digicomst.ie/wp-content/uploads/2020/05/2013\\_06\\_29.pdf](https://digicomst.ie/wp-content/uploads/2020/05/2013_06_29.pdf)

<sup>7 8 10</sup> Microwaves are safe to use without worrying about radiation | iHeard | Cancer Council  
<https://www.cancer.org.au/iheard/does-radiation-from-microwaves-cause-cancer>

<sup>9</sup> Does RF Radiation Cause Cancer? | American Cancer Society  
<https://www.cancer.org/cancer/risk-prevention/radiation-exposure/radiofrequency-radiation.html>

<sup>11</sup> Long-term exposure to microwave radiation provokes cancer growth: evidences from radars and mobile communication systems - PubMed  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21716201/>

<sup>12 13</sup> Radiofrequency and Microwave Radiation - Health Effects | Occupational Safety and Health Administration  
<http://www.osha.gov/radiofrequency-and-microwave-radiation/health-effects>

<sup>14</sup> Safe Food Storage Containers • AnswerLine • Iowa State University Extension and Outreach  
<https://blogs.extension.iastate.edu/answerline/2023/10/10/safe-food-storage-containers/>

