



微胶囊技术及其在食品中的应用

食品工程：岳建伟



前言

- 微胶囊技术已经被广泛地应用于食品工业生产中，以保护食品成分在生产加工过程中免受外界环境如光、热、氧等的影响而发生降解、氧化以及挥发性损失等，同时还可以防止各成分发生相互作用，也能达到控制食品成分在特定的时间与位置释放的作用

A vertical image on the left side of the slide. The top part shows a white teacup filled with amber-colored tea, sitting on a saucer with several brown sugar cubes. The bottom part shows a red plate with several golden-brown dumplings.

1 定义及特点

- 微胶囊技术是指利用高分子材料，对固体、液体或气体物质进行包裹，从而形成具有半透性或密封性的微小粒子的技术
- 改变了芯材的表面性质，保护了芯材，并提高其稳定性
- 根据不同壁材对芯材的释放特性，达到控制芯材释放的目的，微胶囊的形态一般以球状以圆形为主，少数呈复杂不规则



1 定义及特点

- 微胶囊的粒径通常在 $0.1\mu\text{m} \sim 1000\mu\text{m}$,而壳层厚度在 $0.01\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 范围内不等
- 特点:
 - ① 改变物料的存在状态
 - ② 隔离物料间的相互作用
 - ③ 降低或掩盖不良风味、降低挥发性
 - ④ 控制芯材释放

A composite image on the left side of the slide. The top part shows a white cup filled with a reddish-brown liquid, likely tea, with several brown sugar cubes and one white sugar cube on a saucer. The bottom part shows a red plate with several golden-brown, round dumplings.

2分类及制备

- 在微胶囊化的过程中，可以根据芯材与壁材的理化性质以及微胶囊的预期应用选择不同的微胶囊技术
- 微胶囊化技术根据原理，可分为物理法、化学法以及物理化学法三种

A composite image on the left side of the slide. The top part shows a white teacup filled with amber-colored tea, sitting on a light green saucer. Several brown sugar cubes are scattered around the cup. The bottom part shows a close-up of a golden-brown, pan-fried dumpling with a crimped edge, resting on a red plate.

2分类及制备

- 物理法，物理法主要有喷雾干燥法、流化床、涂层法、空气悬浮法等，物质的处理主要选用的胶囊囊壁材料为：淀粉、明胶和聚酰胺等，该法常用于食品加工领域、药品和化妆品加工领域中

A decorative background image on the left side of the slide. It features a white teacup filled with a dark liquid, likely tea, sitting on a saucer with several brown sugar cubes. Below the saucer is a red plate containing several golden-brown dumplings. The background is a light green color with some faint, stylized leaf or petal shapes scattered around.

2分类及制备

- 化学法，主要有原位聚合法、复凝聚法和使用的脂质体制备微胶囊等，主要使用的材料为：聚氨酯、乙烯基聚合物和尿素树脂等。
- 应用：化妆品、油墨和药物生产等方面。此外，在应用中还可以使用超临界流体的制备方法等

A cup of tea with sugar cubes and a plate of dumplings.

2分类及制备

- 物理化学法主要有凝聚相分离法、溶剂蒸发法和溶胶-凝胶包埋法等
- 近年来，超临界流体快速膨胀技术、多流体复合电喷技术、自组装技术、多种微胶囊方法复合技术等新技术也应用到微胶囊的制备

A top-down view of a white ceramic tea cup filled with a dark red liquid, likely tea, with a white sugar cube on the rim. The cup sits on a saucer with a green and white striped pattern. Beside it are several round, golden-brown biscuits. The background is a soft-focus green and yellow.

3 微胶囊技术在食品工业应用

Product A

- 饮料生产
- 功能性奶粉
- 干酪催熟生产中
- 免疫性蛋白处理

Product B

- 焙烤制品
- 肉制品
- 乳制品

3.1 饮料

- 花青素因其高着色力、低毒性和高水溶性，常被用作饮料产品的着色
- 优点：花青素具有强力的抗氧化性和抗癌能力
- 缺点：然而花青素稳定性较差，容易受到 pH、温度、光照、氧以及食品中其他成分的影响而被降解
- 应用：采用喷雾干燥的方式，以麦芽糊精和阿拉伯胶为壁材制备花青素微胶囊，所制的微胶囊具有均匀的粒度和规则的球型表面，且对花青素具有较强的保护作用；柠檬油气味清新，主要被用作食品以及饮料中的调味剂，然而柠檬油中含有大量不饱和、易氧化的官能团，在存储过程中极易氧化；Kausadikara 等通过喷雾干燥技术以麦芽糊精包埋柠檬油，制备柠檬油微胶囊，结果表明，柠檬油微胶囊产品显示出良好的气味特征，且能够贮藏中六个月



3.2 焙烤食品

- 番茄红素是一种天然色素，除拥有显著的着色能力外，还拥有抗氧化、抗癌等多种功能，可用于蛋糕等食品的着色。
- 由于其共轭双键过多，在储存过程中极易被氧化分解。Rocha 等以改性淀粉为壁材制备番茄红素微胶囊，显著提高了番茄红素的稳定性，并且增强了其在蛋糕加工中的着色能力

3.3 肉制品

- 法兰克福香肠的制作过程中。抗坏血酸的微胶囊化可以有效地提高其稳定性，并在法兰克福香肠的生产过程中将抗氧化性与维生素功能结合起来，提升香肠的品质
- 研究发现从鱼油中提取的 ω -3 脂肪酸可提升冷冻鸡块的品质，并通过微胶囊化来提升 ω -3 脂肪酸的稳定性，克服其易于氧化的缺点，结果表明， ω -3 脂肪酸微胶囊能够提升预炸制冷冻肉制品的氧化保质期以及感官品质



3.4 乳制品

- 在目前的乳制品加工生产中，使用微胶囊技术来显著提高了益生菌性能，使在进行运输、销售和饮用的全过程中，可以有效抵抗外界不良情况，对其造成的不良影响
- 风味蛋白酶的微胶囊化



3.5

功能性奶粉生产中的应用

- 使用微胶囊技术处理之后的奶粉，补血功能的时效期大大的延长，并且各个元素化学价也不会发生变化，可以相互融合，促进人体对有益物质的快速吸收，并且促进人体血红蛋白生长，促进指数不断变化，最终促进其身体的健康



3.6 干酪催熟生产中的应用

- 借助微胶囊技术，促进催熟作业流程的加快，进而提高企业的生产效率，降低生产成本的支出
- 借助微胶囊技术，在实际的生产应用中主要使用乳胶液，对含有的各种微生物、酶制剂等物质包埋处理，之后催熟作业中，在适宜的温度环境下，胶囊将会使各项物质发挥有效的释放，实现产品的催熟
- 微胶囊技术的干酪催熟作业，可以在生产中将产品所需的各项化合物有效的综合性应用，继而发挥出最大化的作用。并且可以在具体的生产中，将不发挥作用的物质，在最佳的时段内有效的排出处理，最终使干酪的催熟作业实现效果的最优化结果



3.7 免疫性蛋白处理中的应用

- 胶囊对于环境，有着一定的耐受性，并且在进入人体之后，根据具体的肠道酸性环境适应性的调整
- 可以在高酸的肠道环境中，有着良好的囊壁保护作用，避免被酸性物质的腐蚀，发生破坏情况



展望

- 覆率高
- 功能多样
- 结构与性能可方便调控
- 制备成本低等方向发展