

精油包装的抗菌机理和物理性能的变化分析

济南兰光机电技术有限公司

摘要：精油的抗菌效果具有广谱性，因此通过将精油添加至包装系统中是现代抗菌包装的重要发展形式。但从包装的物理性能角度来看，加入精油的包装薄膜，其水蒸气阻隔性在一定程度上得到提升，但膜的机械性能变化却存在不稳定性，这些因素制约着精油包装的应用。

关键词：精油包装，抗菌，水蒸气透过率，拉伸强度

肉类、乳制品、糕点、水产、果蔬等常见食品种类含有非常丰富的营养成分，如蛋白质、脂肪等。这些也成为微生物生存的最佳养分。在适宜的温湿度条件下，微生物将会大量繁殖，造成食品的加速腐败，不仅改变食品的风味、质地，还会造成食用者的健康威胁。因此，抗菌包装的出现顺应了食品工业发展的时代要求。

精油抗菌包装

抗菌包装是在原有包装体系中加入抗菌剂，通过延长微生物增长的迟缓期，减缓生长速度或减少微生物成活数量，或者抑制腐败菌的繁殖来保障食品的品质和货架期。其中，抗菌剂有无机抗菌剂如光催化型抗菌剂，有机抗菌剂如酚类，以及天然抗菌剂之分。随着食品绿色、安全、环保要求的提升，以植物提取物为代表的天然抗菌剂受到越来越多的重视与研究，其中植物精油的研究与应用最为广泛。

在众多植物精油种类中，丁香精油、迷迭香精油、葡萄籽精油、大蒜油、孜然籽油、草果油、肉桂油、广藿香油皆具有不同程度的抑菌效果，其抑菌原理通常被认为是疏水性精油组分直接作用于微生物的疏水性细胞膜，使细胞膜的流动性增加，破坏膜结构，导致细胞内物质渗漏和微生物的酶系统损伤。多项研究表明，丁香精油对革兰氏阴性菌如大肠杆菌、沙门氏菌、宋内氏志贺氏菌，以及革兰氏阳性菌如枯草芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌、李斯特菌、蜡样芽孢杆菌的抑菌圈直径均在 20mm 以上，可见，丁香精油对多种微生物具有较强的抑制作用。除此之外，葡萄籽油，一种由葡萄籽提炼分离制成的天然植物精油制品——具有强有力的抗氧化能力和对枯草芽孢杆菌、大肠杆菌、绿脓杆菌的抑制效果；迷迭香精油对枯草芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌、沙门氏菌也表现出有效的抑制生长作用。

精油抗菌包装体系及作用机理

植物精油应用于抗菌包装体系中，由于其易挥发的性质，通常将其添加到膜液中通过流延或共挤制成抗菌薄膜，如此既可以避免高温对精油的影响，亦可降低精油与食品自身发生反应降低活性的可能。成膜材料的选用目前多集中在 EVOH、PVA、LDPE 等高分子聚合物材料，未来可降解环保性的天然聚合物材料也将成为一大主力。精油抗菌包装体系中，精油分子存在于包材膜中，薄膜是具有无数微孔的材料，精油分子中具有抑菌作用的活性物质进入薄膜材料中，通过微孔逐渐扩散至膜材表面，进而与食品接触发挥作用。

精油抗菌包装物理性能的变化

物理性能，是包装材料的基本性能，包括阻隔性、力学性能、厚度等，是保障包装系统正常发挥保藏、保质、抗菌等效果的前提。

阻隔性，即包装材料阻隔气体、水蒸气的能力。对于鱼、肉等新鲜肉制品食品，非常容易受到微生物的侵入和繁殖，分解蛋白质、氨基酸等含氮物质，发生腐败，生成有毒物质。此外，新鲜鱼、肉制品受到氧气、光、热的影响，会发生酸败反应，分解出醛、酸、酮类化合物，进而导致鱼、肉品质的变化，因此氧气也是鱼、肉变质的重要诱因。对于焙烤类食品或干制果蔬，水蒸气透过包装过量渗入容易造成内容物的潮解和霉变，也会造成食品的品质劣变。力学性能，是包装材料在不同温湿度条件下，承受各种外加载荷时所表现的力学特征，包括拉伸强度、断裂伸长率、剥离力、撕裂性能等。包装材料力学性能的差异反映在实际应用中，表现为包材的柔韧性、抗硬物刺穿能力以及复合膜的层间牢度等，因而是决定包装材料合理应用的主导因素。

而当精油应用于抗菌包装系统时，除了关注其抗菌效果外，首要面对的是精油与包装膜材料的相容性问题，即精油的添加是否会影响包装膜材料的正常物理性能。否则，包装系统将会面临破损、泄漏的风险。为了更为直观的了解精油的加入对包装膜材料物理性能的影响，笔者在同一试验条件下做了两组水蒸气透过率和拉伸强度试验。第一组测试对象为同厚度的添加丁香精油和未添加精油的 LDPE 薄膜，第二组测试对象为同厚度的添加薰衣草精油和未添加精油的壳聚糖薄膜。具体如下：

测试项目及方法：

水蒸气透过率，利用济南兰光红外法水蒸气透过率测试系统，参照 GB/T 26253-2010 进行测试。将无褶皱、折痕、针孔、厚度均匀的试样放置于测试腔，将其隔为两腔，一侧为低湿腔，另一侧置有一定蒸馏水，为高湿腔。由于存在一定的湿度差，水蒸气从高湿腔通过试样渗透到低湿腔，由载气传送到红外传感器产生一定量的电信号，当试验达到稳定状态后，通过输出的电信号计算试样的水蒸气透过率。

拉伸强度，利用 XLW (EC) 智能电子拉力试验机，参照 GB/T 1040-2006 进行测试。将试样裁剪为 15mm X 150mm 长条状夹于仪器上下夹头上，参设定测试速度为 50mm/min，夹距为 50mm。系统自动测试试样的拉伸强度。

测试结果：

表 1. LDPE 薄膜水蒸气透过率和拉伸强度

试样编号	丁香精油质量分数 %	水蒸气透过率 g/m ² ·24h	拉伸强度 MPa

1	0	18.96	16.82
2	1	18.13	17.22
3	2	17.45	19.01
4	3	16.58	19.97

表 1 中，试样 1 丁香精油含量为 0，即为未添加精油的 LDPE 薄膜，可视为对照试样。随着丁香精油质量分数的逐渐增大，LDPE 薄膜的拉伸强度发生了小幅度的上升，但水蒸气透过率却呈现了下降趋势。这一现象可能是由于丁香精油中的活性物质加强了薄膜分子间的作用力，使其拉伸强度有所提升。同时，分子链间更加紧密，在一定程度上增加了水分子通过的难度。

表 2. 壳聚糖薄膜水蒸气透过率和拉伸强度

试样编号	薰衣草精油质量分数 %	水蒸气透过率 g/m ² ·24h	拉伸强度 MPa
1	0	95.97	40.28
2	1	95.04	38.45
3	2	93.88	36.14
4	3	87.13	36.02

表 2 中，试样 1 薰衣草精油含量为 0，即为未添加精油的壳聚糖薄膜，可视为对照试样。随着薰衣草精油的质量分数的增加，薄膜的水蒸气透过率仍呈现下降趋势，意味着薄膜对水蒸气的阻隔性能有所提升。但是，与第一组丁香精油薄膜试验结果不同的是，壳聚糖薄膜的拉伸强度也出现了下降趋势。根据相关研究结果，这可能是由于精油加入后膜中的一部分氢键消失，膜的拉伸强度遭到弱化。

总结

精油的抗菌效果已经过大量的科学实验所证实，因此通过将精油添加至包装系统中是现代抗菌包装的重要发展形式。但从包装的物理性能角度来看，加入精油的包装薄膜，其水蒸气阻隔性在一定程度上得到提升，但膜的机械性能变化却存在不稳定性，这些因素制约着精油包装的应用，应成为未来精油包装研究的重点之一。