

浅析富含油脂类食品包装中油脂与包装材料的交互影响

济南兰光机电技术有限公司

天然食物或动物类食品以及相关制品中，都含有油脂成分，尤其像核桃、芝麻、花生、蛋糕、肉类、动物内脏、奶油制品等食品，油脂含量更加丰富。对于这类食品，贮藏保质一直是生产企业需要解决的首要难题。包装，是承担食品保质作用的重要组成，而食品贮藏和销售过程中包装保质作用的变化将严重影响食品保质期，因此需要更加重视。

包装材料对油脂保质的影响

富含油脂的食品不易保存，是因为油脂易受到氧气、光照、温度、水蒸气、酶、金属离子的影响发生自动氧化酸败、光敏氧化酸败和水解酸败，生成氢过氧化物，这是酸败的初级产物。该物质不稳定，进一步分解为具有特殊哈败气味的挥发性的醛、酮、酸等小分子化合物，从而导致食品变质并产生异味。相关研究表明，氧化酸败的发生速率与影响程度明显大于水解酸败，因此利用包装严格控制氧气与食品的接触是富含油脂类食品的重要保质方式，也是减少食品中抗氧化剂使用量的有效方法。从这个角度来看，包装材料的阻氧性能显得尤为重要。

阻氧性，是包装材料阻隔氧气渗透的能力。当包装材料的两侧存在氧气浓度差时，高浓度侧的氧气分子吸附溶解于包装材料，从低浓度侧解吸而出。整个过程中，不同的包装材料因自身分子的极性、结晶度、密度、湿敏度的差异以及环境温湿度的影响，呈现出不同的氧气透过速率，因此反映在阻氧性上也是多有不同。一般来说，阻氧性能较佳的包装材料和包装系统，其对内容物的保质效果也更加理想。

为了进一步验证，笔者以油脂非常丰富的坚果食品为例，测试了其各类包装材料的氧气透过率。

测试仪器：VAC-V2 压差法气体渗透仪（济南兰光）

测试条件：温度 23℃，湿度 0%RH

测试结果：见表 1。

表 1 不同坚果包装材料的氧气透过率

试样种类	材料	结构	氧气透过率 cm ³ /m ² ·24h·0.1MPa	过氧化值 g/100g			
				0月	2月	4月	6月

坚果包装	铝塑复合膜	PET/AL/PA /CPP	0.2984	0.015	0.031	0.168	0.216
	塑塑复合膜	PA/CPP	58.9745	0.015	0.064	0.208	0.412
	镀铝复合膜	BOPP/VM CPP	26.2743	0.015	0.048	0.189	0.391

如表 1 所示，三种包装的坚果的过氧化值都随贮藏时间增加而增加，前两个月增长幅度较小，后期增速较快。贮藏末期，增幅最大的当属塑塑复合膜包装的坚果，已达到 0.412g/100g，其次为镀铝复合膜包装的坚果，而铝塑复合膜包装坚果的过氧化值能始终维持在一个较低的范围。

从包装的材料和结构角度来看，铝塑复合膜因铝箔层的加入而具有了优异的阻气、防潮和遮光性，可以有效延长富含油脂食品的保质期。但铝塑复合膜也具有一定的局限性，即铝箔易折出现针孔、断裂等问题，极大影响材料的阻隔性。常用的应对办法是在复合层中加入 PA 等高阻隔层，形成类似上述试验中 PET/AL/PA/CPP 的复合结构，一方面保护铝箔层，另一方面减少铝箔出现穿孔导致整体阻隔性发生较大的波动。

塑塑复合膜质轻薄，复合层的阻隔性决定了复合膜整体的阻隔效果，富含油脂的食品要采用此类型包装材料，需选择具有高阻隔性能的材料，如 PA、PVDC、EVOH，作为阻隔层，与热封性好的 PP、CPP 等材料复合而成使用。尽管如此，其阻隔效果还是无法与铝箔相媲美，但可以通过增加材料厚度或对复合层材料镀铝大幅提升塑塑复合膜的阻隔性。这也是上述试验中镀铝复合膜包装的坚果过氧化值升幅小于塑塑复合膜包装坚果的原因。

油脂对塑料包装材料性能的影响

上文分析到，塑料复合包装材料的氧气阻隔性能对于富含油脂的食品储藏保质来说非常重要。但这一分析的背景是单一的、静态的，并没有放在包装食品后的动态过程中进行考量。事实上，部分塑料包装材料与油脂接触后，会发生溶胀-溶解现象，导致油脂从包材一侧渗透到另一侧。这是相似相溶的原理，即物质在与其组成相似的溶剂中较易溶解，或极性相近的物质和溶液较易溶解。油脂的脂肪酸，无论饱和或不饱和，都含有十多个碳的长链，而部分塑料包装材料分子结构中也存在相似的饱和碳链，如 LLDPE 主体结构是 -CH₂-CH₂-，与脂肪酸的分子结构类似，因此根据相似相溶原理，油脂分子很容易进入 LLDPE 分子链之间再渗透而出。

这种油脂渗透的物理过程，是否对与之接触的包装材料的性能产生影响，影响的程度如

何，目前尚没有针对性的研究结果。笔者做了一个简单的对比试验，来观察常见塑料包材浸油后的阻氧性的变化。

测试仪器：VAC-V2 压差法气体渗透仪（济南兰光）

测试条件：温度 23℃，湿度 0%RH

测试过程：取 35~40μm 厚的 LLDPE 薄膜、KPET 塑料片材、CPP 薄膜、BOPA 薄膜试样各 6 个，每种试样三个一组，分为对照组和实验组。对照组试样置于 23℃，60%RH 的环境下预处理 24h。实验组试样浸泡于同种花生油中，24h 后取出擦拭干净。利用 VAC-V2 压差法气体渗透仪测试两组试样的氧气透过率。测试结果见表 2。

表 2 塑料包材油浸前后氧气透过率对比

测试对象	氧气透过率 $\text{cm}^3/\text{m}^2\cdot 24\text{h}\cdot 0.1\text{MPa}$	
	空白组	实验组
LLDPE 薄膜	1468.511	2035.854
KPET 薄膜	2.324	6.741
CPP 薄膜	871.653	938.051
BOPA 薄膜	23.684	21.358

试验中的四种包装材料，在阻隔油脂渗透方面，BOPA 薄膜和 KPET 薄膜通常优于 CPP 薄膜和 LLDPE 薄膜。四种包材经过油浸处理后，透氧率上升幅度最大的是 LLDPE 薄膜，这意味着该种包材与油脂接触后，对氧气的阻隔效果发生了较大幅度的下降。其余三种包材则变化不大。其背后的原因，需要更深层次的试验与研究。

总结

经过上述分析与试验可以发现，富含油脂的食品包装系统中，油脂与包装是一种动态的，交互影响的关系。氧气，是促进油脂氧化变质的首要因素，包装材料因此承担了阻隔氧气透过、保护食品品质的重任。而当油脂与包材接触后，包材的阻氧性能是否受到油脂溶胀渗透的影响而发生改变，这也是值得行业重视与研究的问题，因为这将是确保包装是否能持续的

保持对内容物的保质作用的重要前提。