

果蔬片吸潮原因排查及解决方案

济南兰光机电技术有限公司

摘要：果蔬片是近些年新兴的果蔬零食，引其油炸脱水的特性，对于水蒸气特别敏感，因而在仓储运输中很容易出现保质期内吸潮现象，严重影响食用品质和企业的销量。文章从包装和加工工艺的角度设计了一系列排查方案以确定吸潮原因，并提出解决方案，以最大限度的避免果蔬片吸潮问题。

关键词：果蔬片；吸潮；包装；泄漏；阻湿性；冷却



潮气，是果蔬片保持酥脆口感的最大威胁。果蔬片其内部、中心、外围的水分含量不一，外围颗粒与空气中的水蒸气接触，导致水分从外围向中心渗透直至内外部水分含量基本一致，这一过程就是业内常说的吸潮。吸潮后的果蔬片口感趋于湿软，销售价值折损，因此是困扰食品企业的一大难题。

在面对吸潮问题时，首先需要根据具体情况排查导致果蔬片吸潮的主要原因，进而有针对性的提出解决方案。排查的前提是建立对照样本，分别抽取正常的果蔬片成品包装和问题批次的果蔬片成品包装，并取各自对应的包装薄膜备用。排查范围主要包括包装的泄漏情况、包材性能、包材原料质量以及加工工艺。

包装泄漏情况排查

包装泄漏情况排查方案主要分为两个阶段：阶段一，首先明确包装是否存在泄漏的现象，以及确定泄漏点的位置；阶段二，根据阶段一的排查结果深入分析泄漏的原因。

以问题批次的果蔬片成品包装为排查对象，从中抽取 10 个成品包装，利用 MFY-01 密封试验仪测试成品包装是否存在泄漏的问题。这种方法采用的是负压法的测试方法，将包装置于密封罐的水中，设置真空度为 -90kPa，进行抽真空操作。若包装表面有成串的气泡冒出，则说明泄漏。气泡出现的部位即为泄漏点。

导致包装泄漏的原因比较多。从泄漏部位来看，发生在袋体部分的泄漏多是由于外界异物穿刺或果蔬片的摩擦穿孔导致。油炸后的果蔬片，质地比较坚硬，外形棱角分明，从包装到销售过程中需经历仓储、搬卸、运输、摆架等多道工序。在这一过程中，包装受到强烈且持续的撞击、摩擦，果蔬片的尖锐部分易在包装内侧形成细小划伤，严重者会形成包材贯穿性的微孔。这些损伤足以造成包材质地和阻隔性能的破坏，造成水蒸气的快速渗透。

另一个种情况，发生在封边处的泄漏，多是由于封边热合强度不理想所致。封边的热封强度是反映包装袋封边热合牢度的物理量，其性能的优劣直接影响包装的密封性。笔者根据密封性试验结果，从中抽取一个密封性完好的成品包装和一个发生泄漏的成品包装，从左右封边和顶封边各裁取 15mm 宽的三个试样。将试样以热封部位为中心打开呈 180°，两端夹

持于 XLW 智能电子拉力机的上下夹具上，在“热封强度”测试模式下以 300mm/min 的速度分离上下夹具，试样断裂时的最大力值即为热封强度值。测试结果见表 1。

表 1 热封强度测试结果

	密封性完好的包装				发生泄漏的包装			
	试样 1	试样 2	试样 3	断裂状态	试样 1	试样 2	试样 3	断裂状态
左封边	48.625	51.268	50.465	非热封处 断裂	51.384	57.351	52.135	非热封处断 裂
右封边	50.864	53.841	54.378		53.254	53.762	55.361	
顶封边	51.248	47.632	48.012		30.248	21.631	35.364	热封根部断 裂
泄漏情 况	-90kPa, 成品包装未发生泄漏				-48.3kPa , 顶封边发生泄漏			

通过表 1 测试数据可以看出，发生泄漏的成品包装其泄漏点位于顶封边上，其热封强度数值相对于其他封边明显偏低，且同一测试封边的不同部位的热封强度分布不均，说明此封边的热封质量较差。从热封强度测试中试样断裂状态来看，只有泄漏问题包装的顶封边处出现了热封边根部断裂现象，其他封边均为非热封处断裂，这从另一个角度也印证了上述结论。

热封边根部断裂也称为“根切”，这是因热封温度、压力设置过大，制袋速率偏慢等因素综合作用导致封口边缘内层薄膜被压制过薄，使得拉伸强度减弱易断裂的现象。除此之外，还有封边处断裂和因包装膜层间脱离导致的封边内侧内层断裂两种断裂状态。前者除了热封工艺占主要原因外，热封时封口部位被异物污染也是影响因素之一。后者则主要取决于包装膜材料的复合牢度。通常果蔬片包装膜采用 2 种及以上材料通过胶黏剂复合而成，若层间粘性不强的话，任意两种材料之间均有可能发生脱层现象，导致热封边内层在较低的压力下发生破裂。

包装材料性能排查

果蔬片吸潮，归根结底是水蒸气的作用。在理想的情况下，果蔬片外包装负有阻隔外界水蒸气渗透的责任，以保障果蔬片的酥脆口感。但实际上，繁复的生产包装条件、仓储运输条件、包装材料与包装技术诸多因素影响，包装的防潮效果大打折扣，其中，包装材料的水蒸气阻隔性能影响最大。果蔬片包装内外存在一定的水蒸气压差，水蒸气在压差的作用下从高浓度侧（包装外侧）透过包装材料向低浓度侧（包装内侧）渗透，造成包装内部水蒸气含

量升高引起果蔬片吸潮。若包装内置干燥剂或外部为高湿环境，包装内外两侧水蒸气压差增大，则水蒸气的渗透量也会明显升高。

不同材质的包装材料的水蒸气阻隔性能有明显差异，主要与包材的性质和分子聚集态结构有关。水蒸气分子为极性分子，因此在极性材料的溶解和扩散速率均高于非极性分子材料。对于亲水性高聚物材料，如乙烯-乙稀醇共聚物、聚酰胺、聚乙稀醇材料等，由于材料本身易吸水，因此阻湿性能不甚理想。此外，材料的分子聚集态结构的特点也会影响材料的阻湿性，一般情况下，结晶性材料、高密度材料、定向排列的材料的阻湿性较为优异。因此，选择阻湿性能较高的材料有益于果蔬片吸潮的控制。

根据上文分析，不同材质的包装材料具有不同的阻湿性能。以常见的果蔬片包装材料 PE、PET/PE、BOPP20/VMcpp25、OPP/PET/AL/PE 为例，利用 W3/060 水蒸气透过率测试仪器对其同厚度的试样进行测试，其阻湿性差异如表 2 所示。

表 2 四种包装材料的水蒸气透过率测试结果

试样	水蒸气透过率 g/m ² ·24h
PE	25.87
PET/PE	8.63
BOPP/VMCPP	1.68
OPP/PET/AL/PE	0.61

测试结果直观的反映了四种包材阻湿性能优劣，从高到低为 OPP/PET/AL/PE > BOPP/VMCPP > PET/PE > PE。铝箔材料的加入使得塑料膜材的阻湿性有了大幅提升，其中铝箔层添加形式的阻湿性明显优于镀铝膜这一形式，但相应成本较高。对于果蔬片这种对水蒸气敏感的食品，企业必须明确包装的阻湿性指标，若使用的包材的阻湿性能达不到要求，则果蔬片发生吸潮的几率将大大提升。

对于因包材阻湿性能问题导致的果蔬片吸潮，除了更换高阻隔包材外，也可采用双层包装的形式。例如：(1) 内包装为透明结构，BOPP/CPP，外包装为铝箔复合膜或镀铝复合膜，PET/VMPET/PE；(2) 内包装为铝箔复合膜或镀铝复合膜，BOPP/VMCPP，外包装为透明结构，BOPP/PE。此类双层包装的形式阻隔性更佳，在包装预算较为充足的前提下，能给果蔬片提供更加优异的防潮功能。

包材原料质量排查

经上述两方面经排查后仍未发现果蔬片吸潮隐患，那么就需要进一步确定包材原料的质

量是否到达预期的标准。以 PET/VMPET/PE 包材为例，正常情况下这种包材的阻湿性能达到 $1\text{g}/\text{m}^2\cdot24\text{h}$ 左右，可以满足大部分果蔬片包装的水蒸气阻隔要求。但若包材供应商提供的原材料存在质量问题，暗地更换包材材料或对复合膜中镀铝层/铝箔层的厚度偷工减料，足以导致包材原料的实际性能较供应商宣传的有所降低。避免这一问题的最佳方法是提高对供应商提供包材的抽检频率和范围，加强质量检验。

生产工艺排查

结露是果蔬片吸潮的又一重要因素，主要归因于果蔬片的加工和包装工艺。从果蔬片的生产流程来看，其脱水的主要方法是通过油炸让果蔬的水分沸腾而出，再经过包装流水线得到果蔬片成品包装。很多企业在果蔬片油炸脱水后直接进行装袋工序，此时果蔬片保持了较高的温度，而包材仍为常温，这种直接装袋密封的操作非常容易导致包装内结露现象的发生。

从理论上来说，在一定温度下，空气中水蒸气分压达到该温度下饱和水蒸气分压时，水蒸气会释放热量凝结成为液态水。这一温度为露点温度，温度越低，对应的饱和水蒸气分压越小。果蔬经脱水后以较高的温度包装后，外部环境仍为常温，包装内侧表面的温度逐渐降低，包装内的水蒸气分压达到该温度下饱和水蒸气分压，于是在包材内侧表面冷凝成水，直接引起果蔬片的吸潮。

针对这一可能性，建议设计一种冷却试验，试验物为经冷却后进行包装的果蔬片成品包装，对照物为未经冷却的果蔬片包装。经半年的试验期后，检验两个批次的果蔬片的吸潮程度。在同样的条件下，经冷却的果蔬片的吸潮程度基本上低于未经冷却的果蔬片。有条件的企业可以在此试验方法的基础上进行深入的研究改进，以获得冷却操作与果蔬片吸潮之间更为精准的影响关系。

总结

果蔬片是近些年新兴的果蔬零食，因其油炸脱水的特性，对于水蒸气特别敏感，在仓储运输中很容易出现保质期内吸潮现象，严重影响食用品质和企业的销售量。经过上述分析，从包装和加工工艺的角度设计了详细的排查方案以确定吸潮原因，并相应提出解决方案，以最大限度的避免果蔬片吸潮问题。