

水活度监测 在食品质量安全控制中的重要意义

□ 培安公司 供稿

食品安全的管理模式强调“从农田到餐桌”全过程管理,即以预防为主的原则来减低微生物引起的食源性危害。在食品的加工、储存和销售过程中,食品原料受到外界环境微生物的侵染,加之杀菌不彻底、储运方式不当等造成的微生物污染,是导致食品腐败变质,威胁消费者健康的主要原因。只有有效地控制食品生产各个环节中潜在的微生物污染问题,食品工业才能生产出让消费者放心的食品。水分活度的控制是阻止有害微生物生长的关键因素。在美国联邦法规第21款中已经明确规定,水分活度是检验食品安全性的重要指标。同时,美国食品药品监督管理局(FDA)所规定的食品生产过程良好操作规范(GMP)中明确地把水分活度定义为反应食品安全性的重要指标。在危害分析关键控制点(HACCP)监测系统中明确定义:“可通过限制水分活度来控制微生物病原体的生长。”美国规定,库存食品水分活度超过0.85就不能上市销售;日本规定,库存食品水分活度超过0.90就不能上市销售。然而,在我国还没有这样的相关规定出台。

食品的水分活度

作为热力学概念,水分活度是描述

食品中的水分所处的一种能量状态,它与食品体系的吉布斯自由能(Gibbs Free Energy)有较强的相关性。它是表示水分的逃逸趋势(逸度)的指标;表示食品中的水与其他物质结合的紧密程度。虽然水分含量和水分活度都是用来描述水分存在的状态,但是水分活度是与食品的质量安全最相关的因素。

严格意义上,我们把食品中水的逸度与纯水的逸度之比称为水分活度 A_w 。

$$A_w = \frac{f}{f_0}$$

f 是指食品中水的逸度;

f_0 是指纯水的逸度。

水分逃逸趋势通常可以近似地用水分的蒸汽压来表示。

水分活度是食品组成和温度的函数,受前者影响较大。食品物料中水分存在的形式,通常只是简单地分为结合水和非结合水。严格地说,按照食品中的水分和物料的结合形式,可将物料中的水分分为:化学结合水,物理化学结合水(包括吸附结合水,结构结合水,渗透压结合水)和机械结合水。

长期以来,人们了解到食品的腐败变质与食品中水分含量(W)具有一定的

关系。但是,仅仅知道食品中的水分含量不足以预报食品的质量安全性。有一些食品具有相同水分含量,但腐败变质的情况是明显不同的,如鲜肉与咸肉的水分含量相差不多,但保藏期却不同;这就存在一个水能否被微生物酶或化学反应所利用的问题;这与水在食品中的存在状态直接相关。

所以,在考量食品质量安全的时候,食品中的水分含量并不是一个可靠的标准。例如,一种稳定的食品有可能包含15%的水;另一种食品有可能包含8%的水;但是,这不能断定前者更容易被微生物利用而生长,这是由于有可能这部分水是通过化学键与其他组分结合,是不能被微生物利用的。

那么水分活度是如何影响微生物的呢?

水活性可以显著影响食品中微生物的繁殖、代谢(包括产毒)和抗性。

首先, A_w 值影响微生物的生长繁殖。大多数与食品有关的微生物在 A_w 值较高的情况下生长比较旺盛,只有少数能在较低 A_w 值下生长。因此,如果降低 A_w 值,食品中可繁殖的微生物种类和数量就会减少。各类微生物对 A_w 值要求不同,细菌对水分活度的要求最高, $A_w > 0.9$ 时才能生长繁殖;其次是酵母

菌,要求 $A_w > 0.87$,再次是霉菌,在 A_w 为0.8时就开始繁殖。另外,同属而不同种的微生物对 A_w 要求也不完全相同。

其次, A_w 值对微生物代谢活性也有影响。降低 A_w 值可以使微生物的生长速度降低,进而,食品腐败速度、微生物产毒数量以及微生物代谢活性也会降低。值得注意的是,中止不同的代谢过程所需的水活性值不同。因此,在有生毒细菌或霉菌存在的食品中,毒素的存在是极有可能的。由此可以看出对于食品水分活度的监控具有重要的现实意义。

再次, A_w 值对微生物抗热性同样具有影响。加热是抑制或杀死食品中微生物的常用有效方法,不同微生物及其孢子的抗热性不同。决定细菌的抗热性的诸因素中,热溶剂的物理性质、化学组成和 A_w 值等都是很重要的。一般来说,细菌孢子的抗热性随 A_w 值的降低而增强,在 A_w 值为0.2~0.4的范围内最强。有时,在高浓度溶液中细菌的热抗性比在稀溶液中低,因为溶质本身在加热过程中会加重细胞的热毁坏。

所以,通过对预杀菌的食品物料水分活度的检测,可初步判断热杀菌的效果。

第四, A_w 值对微生物存活能力有明显的影响。不能生长的微生物会逐渐死亡。因此,如果食物的 A_w 值低于微生物生长的最低值,那么微生物的数量就会慢慢减少。通过对沙门氏菌、金黄色葡萄球菌等食物毒性微生物的生存与 A_w 之间的关系的研究证明:在 A_w 值较低的食品中细菌孢子数会降低,这样的食品在储藏过程中甚至会变成无菌的。食物中带有寄生虫的生存也受低 A_w 值的影响,这些寄生虫在冷冻或干燥过程中可被杀

死。在研究肉中旋毛虫在干燥过程中的生存情况时观察到:在发酵香肠中当 A_w 值降低到一定数值时,这些寄生虫就会失活,从以上所述可以得出这样的结论:通过选择合适的条件(A_w 值、pH值、湿度、保鲜剂等),可减少或杀死微生物,从而提高食品稳定性和安全性。

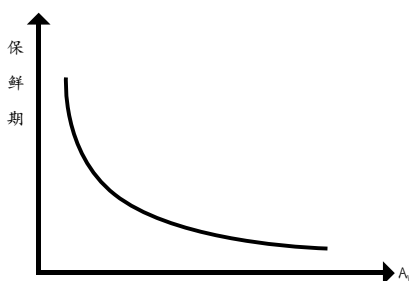
通过以上的论述,我们可以看出,水分活度对微生物的影响十分显著,水分活性是食品质量控制中的一个重要指标。在食品领域及时监控水分活性,可有效地估价食品的安全性和稳定性。一般, A_w 值在0.9~1.0间的食品属高湿食品, A_w 值在0.6~0.9属于中湿食品, A_w 0.0~0.6属低湿食品。高湿食品腐败是由于细菌,中湿食品腐败主要是由于霉菌和酵母,在低湿食品上,微生物一般不生长,但低湿食品质量方面也依赖于 A_w 。另外,水分活度可用于高湿和中湿食品微生物安全 and 质量稳定性的预测。

在预测食品的安全性和预测有关微生物生长、生化反应速率等方面,水分活性扮演着极其重要的角色。通过测定和控制食品的水分活性,可以做到以下几点:(1)预测哪种微生物是潜在的腐败和污染源;(2)确保食品的物理、化学稳定性;(3)使非酶氧化反应和脂肪非酶氧化降到最小;(4)延长酶的活性;(5)优化食品的物理性质,如质构和货架期。

水分活度检测在肉类质量控制中的作用

水分活性是影响肉品保鲜的重要栅栏因子。众所周知,微生物可在各种肉与肉制品上生长繁殖,微生物的污染和繁殖可直接导致肉品的腐败变质,从而影

响肉品的卫生质量,严重时还可引起食物中毒,微生物与肉品保鲜的关系不言而喻。微生物的正常生长繁殖必须满足三个主要条件:(1)营养条件,肉和肉制品是微生物生长繁殖最好的培养基之一;(2)温度,一般来说温度高,生长繁殖快,反之就慢;(3)适量的水(一定的水分活性)。三者具备,微生物便可很好地生长繁殖,否则微生物的生长繁殖都将受到影响。在这三个主要条件中,水分活性与微生物的关系极为密切,因为任何一种微生物在食品(包括肉与肉制品)中进行正常的生长繁殖,都要求有一个最低的水分活性值,在该值以下微生物不能正常生长繁殖。换言之,一种肉制品的 A_w 值直接影响着该肉制品可能污染的微生物的种类和数量,进而影响着对该肉制品采取的防腐保鲜措施。因而,一直以来水分活性都被视为肉制品保鲜的重要栅栏因子,在同等条件下, A_w 值低,肉品保存期长。 A_w 值与肉品保鲜期的关系宏观上可以下图表示:



自从水分活性概念被引入食品科学研究领域后,水分活性理论被广泛用于指导生产。目前生产实践中的许多措施都是降低肉制品的 A_w 值来抑制微生物的正常生长繁殖,以达到保鲜的目的,如干燥法、冻结法、腌渍法等。在肉制品中,肉干、肉脯、肉松等干肉制品的 A_w 多为

0.60~0.67, 故被看作是低 A_w 的安全食品。除了这几类干肉制品外, 其他肉制品的水分活度通常高于0.75。而这些肉制品占市场份额较大, 因此, 及时检测水分活度, 对控制肉制品在贮存期的品质变化有重要意义。夏大勇等人在调查中采到一袋超过了保质期有10个月的肉松, 检测水分活性值为0.45, 感官检查: 色泽褐黄, 比正常黄色深一些, 肉香味减弱, 无腐败现象。不难看出, A_w 值更能反映干制品内在质量变化的趋势。

水分活度检测在水产品质量控制中的作用

根据文献资料, 新鲜水产原料的 A_w 一般在0.98~0.99, 腌制品为0.80~0.95, 干制品为0.60~0.75。 $A_w<0.9$ 时, 细菌不能生长; $A_w<0.8$ 时, 大多数霉菌不能生长; $A_w<0.75$ 时, 大多数嗜盐菌生长受抑制; $A_w<0.6$ 时, 霉菌的生长完全受抑制。通常对烤鱼片、鱼糜干制品等方便食品要求水分活度在0.70~0.75范围之内, 在这一水分活度下, 细菌已很难存活, 能生长的有一些耐干燥霉菌, 只要在加工、包装、运输过程中采取防霉措施, 就能达到较长时间贮藏的目的。由于在较低水活度条件下, 食品中的微生物数量有下降趋势。现在, 食品科技界正在探索按预定要求控制一些食品的 A_w 值, 以达到免杀菌保存食品的可能性。虾仁制品的干制是通过降低虾肉中的含水量与水分活度(A_w), 以抑制微生物的繁殖, 达到长期保存的目的。一般 $A_w<0.69$ 时, 贮存更加安全, 但虾肉干制到 $A_w<0.69$ 时, 水分含量已降至15%以下, 得到的产品干硬, 食用品质变差。为维持其相对较高的含水量同时还能

防止腐败, 需要找到一个适当的平衡点。江南大学食品科学与安全教育部重点实验室伍玉洁等人进行了水分活度对干制虾仁产品的货架寿命和质构的影响试验, 研究表明, 通过分析比较 A_w 与水分含量的关系、保藏过程中细菌菌落总数的变化以及南美白对虾虾体的弹性和硬度等质构参数, 发现当 A_w 控制在0.86~0.9范围, 水分含量在25%(W/W)时, 常温保藏的南美白对虾干制产品在口感及微生物指标等方面可取得较好的平衡。

水分活度检测在粮油制品质量控制中的作用。

蛋糕等粮油制品在保藏过程中会因微生物的滋生而不能食用, 微生物的滋生又包括两个方面, 即发霉和腐败。蛋糕发霉主要是指霉菌在蛋糕上大量繁殖, 可从外表观察到呈绒毛状的各种颜色的斑点, 而且有些霉菌会产生对人体有害的毒素。污染蛋糕的霉菌群种类很多, 有青霉菌、青曲菌、根霉菌、精曲菌及白霉菌等。蛋糕腐败, 主要是指蛋糕受到细菌中的马铃薯杆菌等的侵袭繁殖而引起的腐败变质。霉菌在粮油制品的腐败变质中起到了主要的作用。微生物的控制有诸多方法, 国内外有很多人做过研究, 比如控制原料成分, 活性包装材料, 充气包装, 添加脱氧剂, 选择保藏环境等。然而, 最有效的方法还是将蛋糕制成不适合微生物生长的体系, 也就是调整蛋糕的水分活度再辅以抗菌剂。中国农业大学胡胜群等进行了pH、抗菌剂浓度以及水分活度对奶油蛋糕(磅蛋糕)模拟培养基中微生物生长的影响试验, 结果说明, 微生物生长速度随水分

活度升高而加快, 通过降低蛋糕的水分活度(0.88左右), 微生物的生长受到明显抑制。

水分活度监测在冰淇淋品质控制中的作用

在冰淇淋浆料中, 水分含量为60%~70%, 但水分活度却较低, 冰淇淋浆料的总固形物含量越多, 则水分活度越低。水分活度影响冰淇淋的抗融化度、抗变形度、质地的松软度或坚实度, 影响冰晶的数量、颗粒度、结构、分布位置和定向。要控制冰淇淋品质首先要控制水分活度。天津商学院食品系的杨湘庆, 沈悦玉通过试验证明控制浆料中的水分活度可以很好的控制冰淇淋品质。

总之, 对水分活度的监控在保证食品质量安全上具有十分重要的意义。

我国加入世界贸易组织后, 食品进出口贸易将是我国重要的经济活动。然而, 它也对我国食品安全性保证问题提出了新的挑战; 即使在国内生产和消费的食品也面临着新的挑战。城市化进程加快, 人们对食品的运输和加工需求变得更大, 农业生产与食品工业融为一体。食品生产和流通模式发生改变, 食物比以往流通得更远, 需要运输的时间也相对更长。食品从生产到保藏, 再从流通到消费; 这样一系列的过程, 都要求有效及时的质量监测。无论是站在生产者的角度还是站在政府的角度来看, 有效的预防措施是保证食品安全性的关键所在。因此, 食品工业在实施HACCP体系的同时, 应该对食品水分活度给予高度的重视, 因为进行水分活度的实时检测是确保食品质量安全的有效过程控制手段。