

肉类保藏技术(十六)

Meats Preservation()



肉与肉制品的水分活度

翁航萍¹, 徐雄新²

(1. 西南大学 食品学院, 重庆 400715 ; 2. 上海雪丰国际贸易有限公司, 上海 200333)

摘要: 水分活度是影响肉及肉制品变质的重要因素之一, 直接影响颜色、气味、口感等物理指标以及产品的储藏期。本文通过介绍水分在肉中的存在形式, 阐明肉及肉制品中水分和微生物生长繁殖、油脂氧化的关系。水分活度作为肉制品质量控制标准参数之一, 对企业的生产和产品的保藏有着重要的意义。

关键词: 水分活度; 肉及肉制品; 微生物; 油脂氧化; 储藏; 保存期

The Water Activity of Meat Products

WENG Hangping¹, Mark. XU²

(1. College of Food Science, Southwest University, Chongqing, 400715;

2. Shanghai Sainfoin Int'l Trading Co., Ltd, Shanghai 200333)

Abstract: Water activity (a_w) is one of the most important ingredients that affects the corrupt of meat and meat products, it directly affects the color, flavor, sense and other physical targets and also the shelf-life of the products. This article elucidates the relations of a_w and the growth of microorganism, the oxidation of lipid through introduction of the form of water. Water activity (a_w), as one of the meat products quality standard parameters, plays an important part in the production of enterprise and the preservation of products.

Key words: water activity (a_w); meat and meat-products; microorganism; oxidation of lipid; storage; shelf-life

中图分类号: TS201.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-8123(2009)05-0067-04

水分活度(Water Activity)概念是经过长期的理论研究得出的, 直接影响食品的储藏期和其他物理指标, 如颜色、气味、口感等, 是控制食品内微生物生长最直观、最重要的依据。水分活度还是延长食品储藏期的主要考虑因素之一, 尤其是对于面包制品、糖果、奶酪、咖啡、乳制品、果品烘干、面粉、谷物、肉食、干果、食用油、大米、香肠、

速溶食品、调味品、香料和茶叶等食品的储藏有显著影响^[1]。

目前水分活度概念在发达国家已被广泛应用于食品领域, 作为反应食品腐败性质, 延长货架期的关键指标, 在HACCP关键控制点监测系统中明确定义:“水分活度(a_w)可通过限制水分活度来控制病原体的生长”, 因此可以收集样品来检测其水分

收稿日期: 2008-06-29

活度。在美国规定,库存食品水分活度超过 0.85 就不能上市销售;在日本规定,库存食品水分活度超过 0.90 就不能上市销售。

水分活度在肉及肉制品的保存中有着重要的意义。大多数新鲜肉产品水分活度都在 0.98 以上,是对各种微生物生长繁殖均适宜的最佳水分活度。其它腌腊制品如腊肠(0.72~0.95)、火腿(约 0.94)等在一定水分条件下也极易长霉。

1 水分活度的发展及定义

1.1 水分活度的发展史^[2]

早在古代,人们就知道用简易的晾晒方法来保存食物,以后随着人类的进步和社会的发展,又出现烟熏、盐腌、糖渍等食品保存方法。这些方法都是人们根据长期的生活经验得出的,对其原理还处于“知其然而不知其所以然”的模糊状态。直到 19 世纪中末期人们才认识到食品的水分含量与食品腐败变质之间有直接关系^[3,4]。这个简单关系的发现使得食品储藏、食品加工、食品干燥及食品包装等方而取得了许多有重大意义的进展^[5]。1953 年澳大利亚微生物学家 Scott^[6]发现储藏牛肉的冰箱内的相对湿度对牛肉表面生长的微生物的生长速率有很大影响。四年后 Scott^[7]在他的研究论文“微生物生长与水的关系”一文中提出了“水分活度”的概念,并定为 $a_w = P / P_0$,其中 a_w 为水分活度; P 为溶液中的蒸汽分压; P_0 为同温下纯水的蒸汽压。Scott 认为水分活度是“液态溶液的基本性质”。应该指出的是 Scott 所定义的水分活度表达式,只是 Lewis^[8]提出活度表达式 $= f / f_0$ 的一个近似值。其中 f 是溶液的逸度, f_0 是溶剂的逸度。

自从 Scott 提出水分活度的概念以后,许多作者对水分活度与食品储藏稳定性之间的关系进行了大量的研究。60 年代以后出现了许多关于水分活度和吸附等温线的报道^[9]。60 年代中期美国的贵格燕麦公司(The Quaker Oats Company)向市场投放了许多基于水分活度概念生产的动物食品^[10]。据报道这些动物食品比摆放在货架上的任何食品中单位面积的利润都要高。

Labuza^[11]在 1970 年提出了食品储藏稳定性与水分活度关系。水分活度概念的应用推动了食品工业的发展,这也正是水分活度概念被食品界所普遍接受的重要原因。

1.2 水分活度的定义^[12]

生物组织中的水按其存在状态可分为束缚水

和自由水,实际上,除了自由流动的水以外,水分都是程度不等地被束缚着的。为了从量上说明生物体中的水分状态,引入了水分活度这一概念。

所谓水分活度 (a_w)就是从热力学的观点表示水的自由度的一个指标,由于水中溶有溶质时,分子间的平均内聚力会有所增加,溶液的蒸汽压也随之下降,可以用溶液中水蒸汽分压 P 与纯水蒸汽压 P_0 的比值表示:

$$a_w = p / p_0$$

水分活度也是对介质内能参与化学反应的水分的估量,也即对有效水分的估量。根据拉乌尔定律,水分活度还可表示为:

$$a_w = n_0 / (n_0 + n)$$

式中: n_0 ——溶媒的摩尔数

n ——溶质的摩尔数

还因为水分活度为溶液和物质中的水分状态,而相对湿度则为溶液或物质周围的空气状态,两者处于平衡状态时它们的数值存在着可以互换的关系,也即:

$$a_w = RH / 100$$

式中: RH ——相对湿度

水分活度与食品结构密切相关,食品的保质期、食品中细菌繁殖速度等均受其控制。两种食品的绝对水分可以相同,由于水分与食品结合的程度或它的游离程度不一定相同,水分活度也就不同。各种食品都有一定的 a_w 值,各种微生物和各种化学与生物化学反应也都有一定的 a_w 值。

2 水分活度与肉制品保藏关系

2.1 水分在肉中的存在状态^[13]

大部分新鲜肌肉中含水量高达 70%~80%,但在切开时一般都不会流出水来,这是因为水分被不同的作用力结合着的缘故。肌肉中,水的存在形式有三种形式:第一种是自由水,这种状态的水能在肌肉纤维内及纤维间隙内自由流动,水活性大, a_w 在 0.8~0.99 之间。当肉在 0℃ 时,肉中的自由水在细胞外产生冰结晶。第二种是存在于细胞内的不动水,这种水的活性较低, a_w 在 0.25~0.8 之间, 0℃ 以下逐渐开始形成冰结晶。第三种是结合水,这种形式的水分布于蛋白质分子周围,借助于分子表面的极性基团与水分子之间的静电引力而形成的。结合水的活性低, a_w 在 0~0.25 之间,不易蒸发,更不易冻结, -40℃ 左右才能冻结。

自由水的水活性大,大致可分为分为 3 类:即毛细管水、滞化水和自由流动水。毛细管水是一种

由毛细管力所系着的水，在生物组织中又称为细胞间水，在物理和化学性质上与滞化水是一样的。滞化水就是被组织中的显微和亚显微结构与膜阻留住的水。自由流动水就是动物的血浆、淋巴和尿液、细胞内液泡中的水，它们是可以流动的。

结合水是微生物不能利用的水分，它对微生物来说是无效的。自由水才能为微生物所利用，称为有效水分，可用水分活度进行估量。食品的 a_w 越低，表明食品保持水分的能力越强(水分不易蒸发)，能利用的有效水分也就越少，不利于微生物的繁殖，但却越有利于食品的保藏。食品的 a_w 越高，表明食品保持水分的能力越弱(水分易蒸发)，能利用的有效水分也就越多，利于微生物的繁殖，但不利于食品的保藏。

2.2 肉及肉制品中水分活度与微生物关系

肉制品的保存性与微生物的生长繁殖密切相关，而水是微生物生长繁殖的必备条件之一。微生物经细胞壁从外界摄取营养，并向外排泄代谢物时都需要水作为溶剂或介质，所以水是微生物生长繁殖的必须物质，因而也是引起肉制品变质的主要因子。

肉制品中的结合水大都与食盐、糖、淀粉等物质以化合物形式存在，是不能被微生物利用的。能被微生物、酶和化学反应所摄取利用的是自由水，可用水分活度进行估量。干燥与高渗食品(盐腌品和糖渍品)之所以耐贮藏，是因为水分子在溶质的束缚下，能为微生物所利用的有效水分随之降低，即由于其 a_w 降低之故。

在肉制品腐败变质过程中起重要作用的微生物包括细菌、酵母和霉菌等。肉制品含水量较高，在一般情况下，细菌比酵母、霉菌占优势，细菌就成了主要腐败菌。微生物的生长需要一定的水分活度，适宜的水分活度可促使微生物生长旺盛。各种微生物生长要求的最低水分活度见表1^[12]。

表1 微生物生长的必需水分活度

水分活度 (a_w)	微生物种类
0.94	肉毒梭菌
0.93	沙门氏菌
0.91	大多数普通菌
0.90	厌氧葡萄球菌
0.88	大多数酵母菌
0.85	需氧葡萄球菌
0.80	大多数普通霉菌
0.75	嗜盐细菌
0.60	耐渗透压酵母和霉菌

大多数新鲜肉产品水分活度都在0.98以上，是对各种微生物生长繁殖均适宜的最佳水分活度，尤以细菌类繁殖最为旺盛，随着水分活度的降低，其它微生物的生长才表现出优势，这就是水分活度不同的肉制品表现出不同的腐败现象的原因。当水分活度降到0.9时，虽然一部分细菌受到抑制，但此时酵母和霉菌仍能旺盛地生长。当水分活度下降到0.80~0.85时，一部分适应能力强的霉菌还会繁殖，食品还会在1~2周内腐败变质，此时霉菌就成了主要腐败菌。只有水分活度下降到0.75时，食品的腐败变质才显著减慢。若水分活度降至0.6时，能生长的微生物已为数极少，因而食品贮藏可达1~2年^[13]。

一般在室温下贮藏食品，水分活度应降低到0.70。在此水分活度下，一些霉菌如灰绿曲霉等仍会缓慢地生长，故干制肉产品易长霉，这时霉菌就成为干制品中最常见的腐败菌。像腌腊制品如腊肠、火腿等极易长霉就是这个原因。部分肉制品的水分活度见表2^[12]。

表2 肉及肉制品的水分活度

名称	a_w
鲜肉	0.98~0.99
波罗尼亚肠	0.93~0.98
肝肠	0.95~0.97
血肠	0.93~0.97
生火腿	0.88~0.96
酸香肠	0.72~0.95
风干牛肉	0.86~0.94
西式火腿	约0.94
肉脯	约0.65
广式腊肠	0.62~0.75
牛肉干	约0.83
酱牛肉	约0.75

总之，肉及肉制品中水分活度与微生物生长的关系可以用以下几个方面概括^[2]：

微生物的生长需要一定的水分条件，水分活度(而不是水分含量)决定微生物生长所需要的下限值。大多数细菌在水分活度0.90以下停止生长。大多数霉菌在水分活度0.8以下停止生长。一般认为，在室温下贮藏食品，水分活度应降低到0.70，也即微生物的生长的水分下限是0.70。

当水分活度一直处于低值时，微生物会发生对它的适应性。在肉制品加工过程中添加糖、盐等辅料，水分会受到溶质的束缚，此时水分活度下

降。同理,肉制品经过脱水或干制等处理后,溶质浓度增加,水分活度下降。此时若控制肉制品的水分活度则能抑制微生物的生长,可以延长肉制品的保存时间。

环境条件影响微生物生长所需要的水分活度。当内外环境条件(如营养物质、氧气含量、压力、温度及pH值等)改变时,微生物能够生长的水分活度对应的值也会改变。环境条件越差,微生物水分活度下限就越高。

微生物对热、光线和化学物质的敏感性会随着水分活度的不同而改变。一般来说,微生物在高水分活度时敏感性最强。水分活度与微生物物理灭菌的关系如图3。

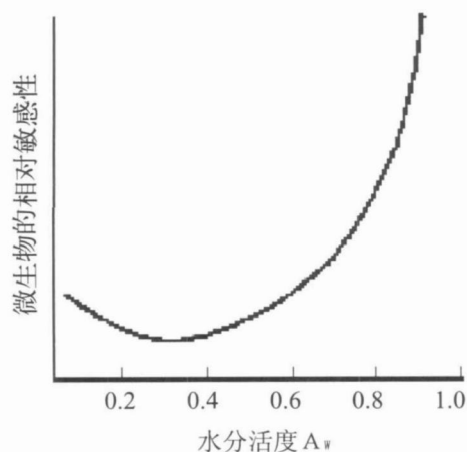


图3 微生物对物理灭菌的敏感性与水分活度的关系

微生物产生毒素所需的最低水分活度比微生物生长所需的最低水分活度高。因此,通过水分活度来控制微生物生长的一些食品中,虽然可能有微生物生长,但不一定有毒素的产生。

2.3 肉及肉制品中水分活度与油脂氧化

水分活度是影响肉及肉制品中油脂氧化的重要因素之一,当肉及肉制品中的水分含量十分低的时候,油脂就很容易发生氧化。在肉及肉制品储藏时,过高或过低的水分活度都会加速油脂的氧化过程。

一般地,油脂受氧、水、光、热、微生物等的作用,都会逐渐水解或氧化而变质酸败,使中性脂肪分解为甘油和脂肪酸,或使脂肪酸中的不饱和链断开形成过氧化物,再依次分解为低级脂肪酸、醛类、酮类等物质,而产生异臭和异味,有的酸败产物还具有致癌作用。油脂酸败同时

使油中所含的维生素破坏,而且在接触其他食物时,还会破坏其他食物的维生素,并且对机体酶系统(如琥珀酸氧化酶、细胞色素氧化酶)也有损坏作用^[14]。所以在肉及肉制品的加工和保藏过程中要注意油脂的氧化对产品的影响,控制其酸败作用。

3 水分活度在肉及肉制品保藏上的意义及展望

水分活度(a_w)是影响肉制品保质期及色香味等物理特性的重要因素,是控制肉制品内微生物生长最直观、最重要的依据。自1979年美国食品药品监督管理局(FDA)规定了各种食品的水分活度开始,食品行业逐渐采用水分活度值来测量食品的水活性^[1]。

水分活度不仅对肉及肉制品的质地、色泽及味道等物理性质有影响,对其产品保藏的影响更是意义重大。在肉制品生产过程中,可以先测定产品中的水分活度,再根据所测的水分活度值制定出合理的保藏期限、选择最佳保藏环境。对于不同环境条件下生长的微生物可以选择合适的防腐剂,做到以最小的用量达到最好的防腐效果。也可以通过添加糖、盐等来调节产品的水分活度,使产品此时的水分活度不适合有害微生物的生长。当然不断完善工艺,使每批产品的水分活度趋于一致,不仅可以保证产品风味的一致性,还可使产品在保质期内不发生腐败变质事故^[12]。

当然,肉制品的变质是许多因素综合造成的。要防止食品的变质,除了水分的因素之外,还必须考虑其他因素。如产品在加工运输过程中受污染、包装方式、贮藏时的环境条件(温度、干燥程度等)等等都会对肉制品变质有影响。但总得来说,运用水分活度这一新的技术参数来作为肉及肉制品加工的质量控制手段,尚有很多工作是很值得我们去做的。

参考文献

- [1] 周森,水活性与食品保存关系[J].中国食品工业,2006,(8):48.
- [2] 卞科,水分活度与食品储藏稳定的关系[J].郑州粮食学院学报,1997,18(4)
- [3] Fennema O M.Food Chemistry,New York and Basel, Marcel Dekker,Tnc.1985.

(下转第83页)

- Beijing University of Chemical Technology , 2007 , 34 (5):549 ~ 552.
- [28] Dossat V , Combes D , Marry A , et al . Continuous enzymatic transesterification of high oleic sunflower oil in a packed bed reactor: influence of the glycerol production . Enzyme and Microbial Technology, 1999 , 25:194 - 200 .
- [29] Ying Huang, Hai Zheng, Yunjun Yan. Optimization of Lipase-Catalyzed Transesterification of Lard for Biodiesel Production Using Response Surface Methodology. Appl Biochem Biotechnol DOI 10.1007/s12010-008-8377-y
- [30] Gwi-Taek Jeong , Hee-Seung Yang , Don-Hee Park . Optimization of transesterification of animal fat ester using response surface methodology[J]. Bioresource Technology 100 (2009) 25 - 30
- [31] Yomi Watanabe , Yuji Shimada . Conversion of degummed soybean oil to biodiesel fuel with immobilized Candida antarctica lipase[J] . Enzymatic . 2002(17):151 - 155 .
- [32] Mamory Iso , Gaoxue Chen . Production of biodiesel fuel from triglycerides and alcohol using immobilized lipase[J] . Journal of Molecular Catalysis B Enzymatic , 2001 , 16:53 - 58 .
- [33] Dias, Joana M. Alvim - Ferraz , Maria C. M. Almeida , Manuel F. Mixtures of Vegetable Oils and Animal Fat for Biodiesel Production: Influence on Product Composition and Quality[J]. ENERGY & FUELS. 2008, 22, 6
- [34] Canoira, Laureano. Rodriguez - Gamero, Miguel. Querol, Enrique. Querol, Enrique. Alcantara, Ramon. Lapuerta, Magin. Oliva, Fermin. Biodiesel from Low - Grade Animal Fat: Production Process Assessment and Biodiesel Properties Characterization[J]. INDUSTRIAL & ENGINEERING CHEMISTRY RESEARCH. 2008 , 47 , 21 .
- [35] Best D . New technology for cholesterol reduction J of Food Processing. 1989. 50(12) : 156 - 160 .
- [36] Wrezel P W . Methods for removing cholesterol from edible oils. U S . A 23 DS / 00, S128, 162. 1992 07 - 07 .
- [37] 江正强, 沈再春, 阎巧娟. 用胆固醇氧化酶脱除猪油中的胆固醇[J]. 中国农业大学学报, 1996, 2(1).
- [38] 张雪洪, 唐涌濂. 液化猪油的溶剂分离研究. 日用化学工业, 1996 , (5): 19 .
- [39] 陈少东, 邓小莲, 谢光盛, 魏纯. 低胆固醇保健猪油的研制[M]. 中国油脂, 1999, 24(2) .
- [40] John S. Manka , Kiml Ziegler. Factors affecting performance of crude oil wax - control additives. Energy Industry. 2001 .
- [41] 张金廷, 苏屹宾. 乳化法从猪油中分离液体猪油. 粮食与油脂, 1998 , (4): 21 .
- [42] 朱曜. 猪肥膘油的改性及其应用[M]. 肉类工业 , 1995, 9 .

(上接第 70 页)

- [4] Troller J A. Christien J B. Water Activity and Food. N Y: Academic Press, 1978.
- [5] Gould G W. Present State of Knowledge of Water Effects on Microorganisms. In: Properties of Water in Foods, D. Simatos and J. L. Multon (Eds). Martinus Nijhoff Pub., Dordrecht, The Netherlands. 1985. 229 .
- [6] Scott W J. Water Relations of Staphylococcus Aureus at 30 °C. Aust. J. Biol. Sci. 1953, 6: 549 .
- [7] Scott W J. Water Relations of Food Microorganisms. Adv. Food Res. 1975, 7: 83 .
- [8] Lewis G N, Randall M. Thermodynamics 2nd ed., N Y: MacGraw - Hill, 1961 .
- [9] Iglesias H A. Chirife J. On the Local Isotherm Concept and Modes of Moisture Binding in Food Products. J. Agric. Food Chem. 1976. 24: 77 .
- [10] Burgess H M, Mellentin R W. Animal Food and Method of Making the Same. U S Patent 3,202,514. 1965, Aug. 24
- [11] Labuza T P. Properties of Water as Related to the Keeping Quality of Foods. In: Proceedings 3rd International Conference on Food Sci. and Technol., SOS70, Institute of Food Technologists, Washington, DC, 1970, 618 .
- [12] 吴凡. 《肉制品水分活度及测定方法》[J]. 食品卫生, 1995, (4): 19 - 21 .
- [13] 关志苗. 水分活度及其在水产食品保藏上的意义[J]. 水产科学, 1996, (15): 35 .
- [14] 邓鹏, 程永强, 薛文通. 油脂氧化及其氧化稳定性测定方法[J]. 食品科学, 2005, (26): 197 .