

亚硝酸盐在肉品中的应用

Richard J. Epley, Paul B. Addis and Joseph J. Warthesen

马国刚 译 任迪峰 校 (北京林业大学食品科学与工程系 北京 100083)

前言

盐类用作肉品防腐剂的方法由来已久,已有几百年的历史。盐类达到一定浓度时,就可以阻止导致肉品腐败的菌类的生长。其原因一方面是盐类对微生物的生长有直接的抑制作用(盐液具有强大的渗透压,使微生物细胞质脱水收缩发生生理干燥而无法活动);另一方面是盐类可以降低肉品中的水分活度(微生物的生命活动和各种化学反应需要一定的水分活度,肉品中水分活度降低,游离水减少,微生物活动受到抑制)。

随着盐类用作肉品防腐剂的发展,人们逐渐倾向于选用既能使肉品保持色泽鲜红(粉红)又能增加独特风味的盐类。这也就是我们目前在腌制肉中能够看到的效果。大约在19世纪末20世纪初,人们发现在所使用的盐类中,硝酸盐可以使肉具有这种独特的色泽和风味。随着时间发展,人们又逐渐了解到,事实上在肉的色泽方面,硝酸盐本身并不起作用,只不过是在肉品的腌制加工和储藏过程中由于细菌的作用转变成了亚硝酸盐。现在,在肉品的商业腌制加工中使用的亚硝酸盐一般是亚硝酸钠。

亚硝酸盐在肉品中的作用

腌制肉中的亚硝酸盐可在很大程度上抑制肉毒杆菌毒素的生长,改善肉品的风味和颜色。同时防止肉在储藏过程中产生恶臭或其他不希望的气味和风味,并阻止陈腐味的产生,以便保持腌制肉所特有的香味和烟熏味等。

在肉品腌制加工中不仅添加亚硝酸盐,普通的食盐(氯化钠)也能增加风味效果,而添加食糖则可掩盖食盐的涩口感。为了获得与众不同的风味,通常要添加香料和其他风味物质。大部分的腌

制肉还会进行熏制,以便具有很好的烟熏风味。

在肉品腌制加工中,最常使用的是亚硝酸钠,而不是硝酸盐(不过在某些产品中,如乡村火腿,也会添加硝酸盐,主要是因为此类产品的成熟期较长)。在加工过程中,亚硝酸盐经过一系列的化学反应转变为一氧化氮,一氧化氮可以与使新鲜肉保持自然红色的肌红蛋白结合,形成亚硝酰肌红蛋白,从而变成类似未煮过的干香肠一样的深红色,而在经过熏制加工中的加热处理后,又会转变为腌制肉和熏制肉(如维也纳香肠和火腿)所特有的亮粉红色。

亚硝酸盐的用量

在美国联邦法规汇编《肉品检验条例》(Meat Inspection Regulations, Code of Federal Regulations)中,规定在腌制加工过程中应按以下标准添加亚硝酸钠:

在每100加仑腌制盐水中加入2磅亚硝酸钠(约240克/100升);

每100磅肉(干咸肉)中加入1盎司亚硝酸钠(约625克/100公斤);

每100磅肉馅或肉的副产品中加入1/4盎司亚硝酸钠(约156克/100公斤)。

美国农业部(Department of Agriculture, USDA)在上述《肉品检验条例》中还规定,不论单独使用硝酸盐、亚硝酸钠还是混合使用,它们在成品中的含量均不得超过200ppm。

ppm计算方法如下:

ppm =	亚硝酸钠的克数 × 10 ⁶
	————— 腌制肉样品的克数

例如：在每50g腌制肉中加入0.01g亚硝酸钠，则成品中含量为200ppm。

$0.01\text{g 亚硝酸钠} \times 10^6$	= 200ppm 亚硝酸钠
50g 腌制肉	

(亚)硝酸盐的毒性

资料表明，当一个成年人的硝酸钾一次性摄入量达到30到35克时可导致死亡，亚硝酸钠的一次性摄入致死量是每千克体重22到23毫克。如果摄入比此稍低剂量的硝酸钠、硝酸钾或者亚硝酸钠，则会导致急性高铁血红蛋白症（血红蛋白不能携氧），这对婴儿尤为明显，主要是因为人体在摄入硝酸盐后转化成了亚硝酸盐。不过，并没有文献表明此范围摄入量的硝酸盐具有致癌性。

尽管如此，人们大可不必担心。据报道，人们平常从蔬菜摄入的硝酸盐要比从腌制肉中摄入的多得多。例如，菠菜、甜菜、萝卜、芹菜、卷心菜等蔬菜中的硝酸盐含量都很高。蔬菜中的硝酸盐含量一般因成熟度、土壤条件、肥料、品种等因素而异。人体消化道中的亚硝酸盐大约10%来自于腌制肉，大约90%来自于蔬菜和其他食物源。在食物或胃肠道中存在的某些微生物可使硝酸盐还原为亚硝酸盐，因此，若用硝酸盐含量高的蔬菜喂食婴儿，有可能会導致亚硝酸盐中毒。

要使每千克体重亚硝酸钠的含量达22毫克（致死量），一个70公斤的成年人一次要摄入8.5公斤亚硝酸钠含量为200ppm的腌制肉才有可能。而因为在腌制过程中，亚硝酸盐会很快地转化为一氧化氮，所以实际上这个重量至少还需要乘以三。即使真能有人能吃那样多的腌制肉，首先引起中毒的因素也很可能是食盐，而不是亚硝酸盐。

亚硝酸胺

在特定条件下，蛋白质的自然分解产物胺会与亚硝酸盐形成化合物亚硝酸胺。亚硝酸胺有许多种，大部分经过动物检验认为是致癌物质。不过，并不是所有的腌制肉产品都含有亚硝酸

胺，即使有，含量也十分微小。许多因素都可以影响亚硝酸胺的水平，例如，加工中所加的亚硝酸盐的量、生肉中胺的含量、加工中其他使用成分的类型和含量、实际的工艺流程、储藏时间、储藏温度、烹调方法、肉煮熟的程度等等。美国农业部目前要求在腌制肉中添加抗坏血酸（维生素C）或异抗坏血酸就是为了大大降低亚硝酸胺的形成。

人们对用亚硝酸盐腌制的肉品进行了许多加热处理方面的研究。有文献指出，当培根分别在210华氏（99℃）温度下油炸10分钟、210华氏（99℃）温度下油炸105分钟、275华氏（135℃）温度下油炸10分钟，或者在275华氏（135℃）温度下油炸30分钟时，都没有充分的证据表明有亚硝基吡咯烷的存在。但是当培根在350华氏（177℃）温度下油炸6分钟、400华氏（204℃）温度下油炸4分钟或在400华氏（204℃）温度下油炸10分钟时，却发现亚硝基吡咯烷生成物含量分别为10、17和19ppb。因此，烹调过熟、温度较高的培根更可能具有危害。另外，微波加热同油炸方法相比，生成的亚硝酸胺较少。目前还不清楚人们吃了腌制肉产品后会不会在体内形成亚硝酸胺，以及肉中或体内亚硝酸胺达到什么水平对人体就会有危害。如上面提到的研究，腌制肉产品中除过度加热的熏肉外很少发现含有亚硝酸胺。美国食品及药物管理局（GRAS）的相关报告证明，肉品中具有高含量的亚硝酸盐并没表明有致癌作用。不过，亚硝酸胺仍被明确认为会对人体造成可能的危害，亚硝酸胺含量也是美国农业部对培根的一项检测指标。

虽然，亚硝酸盐是有争议的食品添加剂，但近来的研究显示，亚硝酸盐能阻止丙醛的形成，而丙醛对活细胞有毒害作用。在酸败的食品中通常会发现丙醛，虽然含量较少，但仍比亚硝酸胺要高出1000倍左右。维也纳香肠、火腿、培根和咸牛肉等正是因为含有亚硝酸盐才能抑制丙醛的形成。

结论

就人们目前所知，在肉制品中使用亚硝酸盐是安全的，利远大于弊。