

# 电晕场对酱油、酒类和醋类的作用

蒋耀庭

(海军航空工程学院基础部 烟台 264001)

目前,利用电晕放电的方法,对酒类和醋类进行人工老熟,对生酱油进行灭菌处理,取得了明显的效果,该技术在酿造品生产中已产生了一定的经济效益。电晕电场对酱油、酒类和醋类的作用,主要是诱导和催化有关物理变化、生物变化和化学变化的进行。

## 一、电晕场用于生酱油灭菌处理

酱油是人们常用的酿造调味品。要酿制出酱香、酯香浓郁,口感鲜美,富含氨基酸等营养成分和色、香、味俱全并符合卫生指标的优质酱油,除了需要优质的原料、优良的生产条件和足够的酿造时间外,还必须对生酱油进行加热灭菌处理。然而,在对生酱油进行加热灭菌的过程中,在一定程度上要损失掉某些营养成分。于是,有人采用化学方法进行灭菌。这种方法的缺点是,在酱油中要残留一些对人体有害的化学物质。为此,笔者采用高压电晕场对生酱油进行灭菌处理。本方法是利用由电晕放电产生的臭氧对细菌的强氧化作用,以及酱油液体中的活性氧对组成细菌细胞的损伤和破坏作用来达到杀灭酱油中细菌的目的。笔者对生酱油某些理化指标和氨基酸进行测定,其结果如下:酱油中的主要营养成分全氮、氨基酸态氮和还原糖,不管是加热处理(加热温度为 $80^{\circ}\text{C}$ ),还是高压静电场处理,均有不同程度的下降。根据 $t$ 检验,在 $\alpha=0.05$ 的水平上,加热处理组与对照组(未经任何处理的生酱油)有显著的差异。用静电处理时,在处理时间 $\leq 48$ 分、处理场强为 $270\text{kV/M}$ — $420\text{kV/M}$ 时,处理组与对照组无显著差异( $\alpha=0.05$ )。在杀灭细菌总数这项指标中,加热处理方法要优于高压静电处理方法。但是经高压静电处理后,酱油中的细菌总数由原来的每毫升



90000个下降为3400个,这一数字已大大低于酱油卫生指标所规定的细菌总数值(酱油卫生指标:细菌总数 $< 50000$ 个/毫升)。我们还对总酸、总酯、色度、氨基酸和香气成分进行分析测定,结果表明,经高压静电处理后,酱油中的香气增浓,某些具有刺激性气味的微量成分下降。

## 二、电晕场用于对酒类和醋类的老熟

酒和食醋也是人们喜爱的酿造品。不管是新酒还是新醋,通常具有刺激性大,不够醇和,带有杂味等共同特点。因此,生产工艺中都规定了一定时间的陈酿贮存期,对名酒来讲,少则一至数年,多则20~30年;对食醋来讲,一般为1~6个月。经过一定时间的贮存与陈酿后,因其成分发生变化,风味就显著提高。这样,生产厂家要备有大库房和大量的盛酒和盛醋的容器,这不仅占地面积大,耗资多,而且,在贮存过程中酒和醋的挥发损耗严重,同时又影响了资金的周转率。为此,国内曾有人利用高压电晕场对酒和食醋进行人工老熟。

目前,用高压静电场对酒类的人工老熟,主要是白酒和葡萄酒。辽宁大学关效圣教授对白酒的人工老熟,所采用的电场强度变化范围是: $2\text{kV/M}$ — $400\text{kV/M}$ 。处理时间为1分~16小时。白酒中含有多种微量成分,其中丙烯酸是新酒呈现辛辣味的主要成分。异戊酸具有刺舌的涩味,杂醇油具有刺激性味,经静电处理后,3种成分均有所下降。乙缩醛、乙酸乙酯、总酯是白酒香气的主要成分,经静电场处理后,均有所增加。专家品评的结论是酒体无色、清亮透明、香气醇和、微甜、绵柔感较好。对于白酒中的乙酸乙酯、正丙醇、仲丁醇、异丁醇、丁酸乙酯、乳酸乙酯等其他微量成分,均有不同程度的变

化,其结果也达到了自然老熟的目的。

烟台师范学院的郝宪孝教授等采用烟台白兰地作为样品进行试验,经静电场处理后,总酸、总酯、乙酸乙酯、丁酸乙酯和乳酸乙酯均有不同程度的提高;总醛、甲醇、异丁醇、正丁醇、异戊醇和乙醛均有不同程度的减少,也达到了老熟的目的。

笔者采用 268kV/M 和 571kV/M 两种负高压静电场对新产的烟台高粱醋进行人工老熟,并对食醋中的香气成分、18 种氨基酸、总酸、总酯和色度进行分析,结果表明,乙酸乙酯、乙缩醛等香气成分增加,具有刺激性味的乙醇、异丁醇减少,总酸和总酯增加。18 种氨基酸有轻微减少,符合老熟的规律。笔者还利用高压静电场与激光的联合方法,对食醋进行人工老熟,从催陈效果上看,“联合”方法优于单纯高压静电方法。

### 三、电晕场作用机理

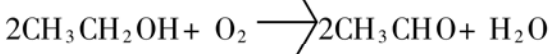
#### 1、物理变化

从物理角度看,不管是酒、醋还是酱油,它们均被视为一种液体电介质,当高压静电场作用到它们的上面时,液体分子中的正负电荷被拉开一段位移(等效成一电偶极子),产生电子位移极化。由于液体中的有极分子占有多数,转向极化起主要作用。静电场力使液体中的部分氢键发生断裂,使液体中的极性分子与其他分子,以及水分子之间相互渗透,缔合成大分子群,它们既可以是相同分子或不同分子之间的缔合,也可以是同其他醇、醛、水分子之间的缔合,构成错综复杂的缔合现象。这些缔合体系的形成,减少了自由醋酸分子的数量,从而减少了酒、醋或酱油中的刺激性。同时,极性分子在外电场中获得能量,为化学反应提供了条件。

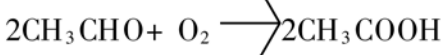
#### 2、化学变化

酒和醋在陈酿过程中,或新产酱油在搁置期间,所进行的化学反应主要有以下几种:

氧化反应:乙醇氧化成乙醛:

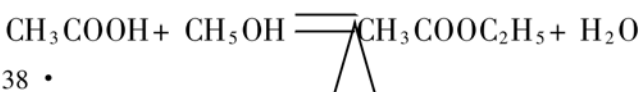


乙醛氧化成乙酸:

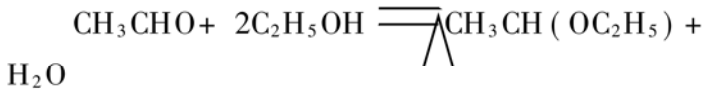


其结果是使总酸度增加。

酯化反应:酯化反应具有可逆性,当反应物浓度增大时,趋于正向反应,反应进行到一定程度后,反应物和生成物之间达到平衡状态,即有可逆反应的发生,反应式如下:



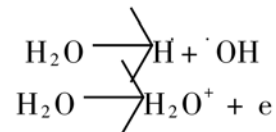
缩合反应:样品中的乙醛与乙醇发生缩合反应,生成乙缩醛,既减少了样品的刺激性气味,又增加了香气成分:



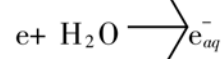
迈拉德反应:还原糖与氨基化合物在中性或微酸性条件下起缩合反应,生成葡萄糖胺,葡萄糖胺在酸的催化下,进行一系列复杂的反应,生成羟甲基糠醛,进而与氨基化合物经过缩合与聚合反应生成黑色素,产生迈拉德反应,其结果使样品的色泽加深。

#### 3、臭氧、活性氧的杀菌作用

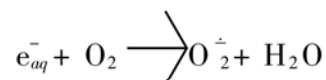
由于电晕放电采用的是负电晕电场,空气中的电子和正离子等在强电场的作用下,与中性分子或原子不断发生碰撞,其中较为重要的碰撞是电子与氧分子的碰撞以及电子与酒体、醋体和酱油体的碰撞,电子与氧分子碰撞产生臭氧。臭氧是一种消毒剂,其杀菌作用主要来自它的强氧化作用。当臭氧作用于液体时,使液体中细菌的细胞膜氧化破裂,失去物质交换的能力,从而使生物体不能正常生活。此外,3 种液体中含有水的成分,电子进入液体后,与液体中的若干水分子作用,使水分子激发或电离:



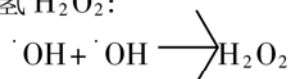
电子与若干水分子作用形成水合分子:



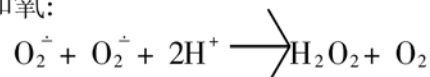
$e_{aq}^-$  与液体中的  $\text{O}_2$  结合成为超氧化物阴离子自由基  $\text{O}_2^{\cdot-}$ :



进入液体中的电子,由于能量高到足以使水分子的氢氧键断裂,因此,使水容易分解为 H 和 OH, OH 容易失去一个电子变为羟自由基  $\cdot\text{OH}$ ,  $\cdot\text{OH}$  与 OH 碰撞生成过氧化氢  $\text{H}_2\text{O}_2$ :



超氧化物阴离子自由基与  $\text{H}^+$  碰撞而分解为过氧化氢和氧:



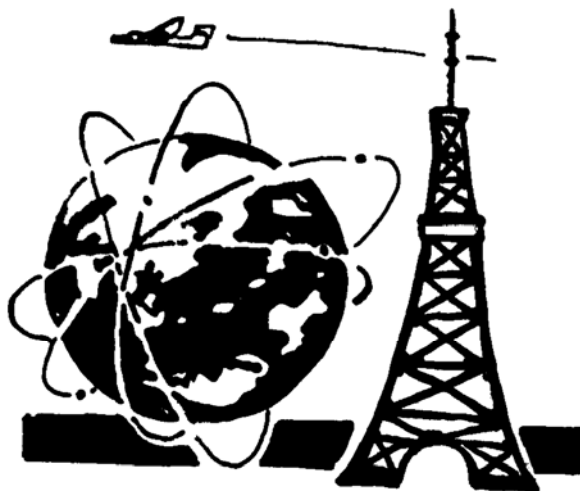
因此,液体中存在大量的活性氧,损伤细菌分子,破坏了细菌的生物膜和细胞核,使酶功能失调并破坏蛋白质。膜内外电解质平衡的破坏等,进一步引起代谢调节的紊乱和能量供应的障碍, DNA 复制、转录和翻译等过程的错误,导致细胞突变、老化

# 北斗导航系统与全球卫星定位系统

司德平 王彦海  
(平顶山市一中 河南 467001)

## 1. 北斗导航系统

2000年10月31日凌晨0时2分,由我国航天科技集团空间技术研究院自行研制的第一颗导航定位卫星——“北斗导航试验卫星”在西昌卫星发射中心发射成功。“北斗导航试验卫星”的发射成功,为我国“北斗导航系统”的建设奠定了基础。2000年12月21日零时20分,我国自行研制的第二颗“北斗导航试验卫星”,在西昌卫星发射中心用“长征三号甲”火箭发射升空,并准确进入预定轨道。它与10月31日发射的第一颗“北斗导航试验卫星”一起,构成了“北斗导航系统”。这标志着我国将拥有自主研制的第一代卫星导航定位系统。我国的“北斗导航系统”是全天候、全天时提供卫星导航信息的区域导航系统。这个系统建成后,主要为公路交通、铁路运输、海上作业等领域提供导航服务。各种车



辆、船舶等交通工具,只要装备卫星接收设备,就可以在任何地方随时接收该系统发射的导航信号,进行高精度的定位和测速。

卫星导航是从一起有趣的发现开始的。1957年10月4日,前苏联发射了第一颗人造地球卫星,美国约翰·霍普金斯大学应用物理实验室的吉勒(W. H. Guler)和韦芬巴克(G. C. Weiffenbach)

两位科学家在用无线电跟踪人造卫星时,发现接收到的电磁波频率随着卫星的运动而发生变化。分析其原因是由于卫星相对地球运动时,电磁波在传播过程中出现了多普勒效应。于是他们研究出一种根据地面跟踪站的位置和测量到的多普勒频移来计算卫星运行轨道的方法,从而确定了前苏联人造地球卫星的轨道参数。随后,当时任该实验室研究中心主席的麦克卢尔(E. T. McClure)等人受此启发,

和死亡;宏观上看,酒、醋和酱油中的细菌总数也会下降。此外,强电场对细菌的杀菌作用也是一个不可忽视的问题。从物理学的角度看,组成细菌的每个细胞,可以等效为一个微形的球形“电容器”,当高压静电场作用到样品液体上时,样品中的细菌也同时受到电场的作用,当细胞所在处的场强为 $E$ 时,细胞膜内外的电势差为:

$$\Delta V = -3/2Eb\cos\theta \quad (1)$$

式中: $b$ 为细胞膜外半径( $b \sim 3 \times 10^{-6} \text{m}$ ), $\theta$ 为球坐标(坐标原点 $O$ 位于细胞中心, $Z$ 轴正向与外电场的场强方向相同)。

取 $\theta = 0$ , $b = 3 \times 10^{-6} \text{m}$ ,代入(1)式,得到细胞膜内外最大电势差为:

$$|\Delta V| = 4.5 \times 10^{-6} E \quad (2)$$

例如对酱油的处理,采用了 $E_1 = 270 \text{kV} \cdot \text{m}^{-1}$ 和

$E_2 = 4200 \text{kV} \cdot \text{m}^{-1}$ 两种电场。代入(2)式得到:

$$\text{对 } E_1: |\Delta V| = 1.215(\text{V})$$

$$\text{对 } E_2: |\Delta V| = 1.890(\text{V})$$

当细胞壁上电势差达到 $0.4 \sim 2.0 \text{V}$ 时,细胞会被击穿死亡。可见处理酱油的电场,已达到使细胞失活的条件。

用电晕放电的方法,对酒和食醋进行人工老熟,可大大缩短后熟陈酿期,为酒和醋的生产开辟了一条新途径。利用电晕放电产生的臭氧和活性氧。可杀灭酱油中的细菌,在保持酱油的香气和营养成分方面,电晕法要优于加热灭菌法。

笔者认为,高压静电场在酿造品生产中,可拓宽到对酵母菌和其他酿造品的处理。静电场的生物效应和化学效应,将会带来前所未有的效益。