

高压静电场与激光对食醋的联合作用

蒋耀庭

(海军航空工程学院,烟台 264001)

孙英 王永利 张强

(烟台大学,烟台 264005)

盛连

(烟台酱油酿造厂,烟台 264002)

这个实验利用高压静电场和激光同时催陈食醋.用气相色谱法和化学分析方法对催陈食醋的 18 种氨基酸、香气成分、总酸、总酯、色度多方面进行了分析.分析结果表明,高压静电场和激光催陈食醋,使食醋的色、香、味均有明显提高,达到了食醋传统贮存陈酿的目的,而且这种方法优于单纯用高压静电场催陈食醋.

为了提高食醋生产的经济效益,近几年食醋人工催陈这项工作正在迅速发展,同自然陈化方法相比,它具有催陈时间短、见效快等优点.目前,国内食醋催陈的方法有红外线人工催陈^[1],高压静电场人工催陈^[2]等.本实验用高压静电场和激光联合对新产食醋进行催陈,并与静电催陈进行比较.利用气相色谱法对食醋的香气成分和 18 种氨基酸进行分析;用化学分析方法对总酸、总酯、色度进行分析.分析结果表明,高压静电场和激光对食醋的联合作用与高压静电催陈一样,可起到催陈作用,且催陈效果优于单纯静电催陈.

一、实验设备与条件

实验设备包括直流高压电源一台,He-Ne 激光器一台,微量成分分析使用仪器[岛津 GC-9A 气相色谱仪(日本),日立 U-3400 紫外、可见分光光度仪(日本)].

本实验将经过勾兑调色的新产烟台高粱醋分成高压静电和激光处理组、高压静电处理组和对照组.将负电晕电场和激光同时加到食醋上,激光束的方向与电场方向相反.实验中,静电场的场强不变,恒为 $500\text{kV}\cdot\text{m}^{-1}$,输送到处理组中的激光能量 E_i 的能量剂量 W_i 见表 1.

单纯高压静电场处理,就是去掉激光器,其他条件与前述相同.

物理

表 1

1	$E_1=0.337\text{J}$	$W_1=0.0994\times 10^{-2}\text{J}/\text{cm}^3$
2	$E_2=2.90\text{J}$	$W_2=0.854\times 10^{-2}\text{J}/\text{cm}^3$
3	$E_3=7.33\text{J}$	$W_3=2.14\times 10^{-2}\text{J}/\text{cm}^3$
4	$E_4=12.4\text{J}$	$W_4=3.67\times 10^{-2}\text{J}/\text{cm}^3$
5	$E_5=16.9\text{J}$	$W_5=4.98\times 10^{-2}\text{J}/\text{cm}^3$
6	$E_6=19.4\text{J}$	$W_6=5.73\times 10^{-2}\text{J}/\text{cm}^3$
0	对照组	

二、催陈结果

1. 香气成分

我们将食醋分成七组,0 组作为对照组,其他六组分别用高压静电场和高压静电场加激光催陈处理(下面实验均按此编号),利用气相色谱仪测定食醋的香气成分,结果见表 2.表中 E 表示单纯高压静电场处理,E+L 表示高压静电与激光联合处理.

由表 2 的数据可以看出:

(1)不管用哪种方法,乙醛含量在逐渐降低,乙缩醛含量在逐渐升高,但用静电场和激光同时处理比单纯用静电处理变化要快.乙醛是易挥发物质,静电场所产生的加速负离子施于食醋,促使其部分挥发.另外,醛与醇在强电场的作用下,发生分子之间的重新组合,产生缩合反应,生成乙缩醛.乙缩醛具有柔和的香味,减少了新产食醋的刺激性气味,提高了香气成分.

表2 催陈处理食醋香气成分变化

项目	样品号 处理方法 含量 (mg/100ml)	0		1		2		3		4		5		6	
		未处理	E	E+L	E	E+L	E	E+L	E	E+L	E	E+L	E	E+L	
乙 醛		1.601	1.603	1.576	1.592	1.388	1.594	1.283	1.485	1.296	1.464	1.194	1.337	1.100	
乙 缩 醛		1.909	2.184	3.081	2.207	4.709	2.193	5.015	2.225	4.986	2.455	5.103	2.638	5.304	
乙酸乙酯+甲醇		4.481	3.178	3.660	4.152	4.311	4.443	4.474	4.459	4.463	4.482	4.510	4.476	4.523	
乙 醇		262.5	240.9	229.15	237.2	225.1	239.4	216.9	234.3	217.8	199.9	196.5	194.6	149.13	
叔丁醇		1.214	0.833	1.413	1.657	1.492	1.979	1.522	2.030	1.607	2.257	1.646	2.243	1.748	
异丁醇		5.899	5.855	5.166	5.334	5.059	5.342	4.698	5.313	4.531	5.015	4.538	4.311	3.293	
第二戊醇		80.69	79.67	82.08	80.69	81.97	79.98	83.85	81.96	84.31	82.62	85.10	86.97	87.72	
糠 醛		未检出	未检出	未检出	0.896	2.917	1.201	3.013	2.214	4.017	3.411	4.679	3.722	4.811	

(2) PEG-20M 色谱柱对乙酸乙酯和甲醇的色谱峰未分开, 但据总酯分析结果可以看出, 总酯的含量是增加的。

(3) 乙醇和异丁醇的含量都是逐渐降低, 减少了新产食醋的刺激性气味, 用静电场和激光同时处理比单纯用静电场处理催陈效果要好。

(4) 微量糠醛有助于增加食醋的香气成分, 经静电场和激光同时处理后, 糠醛含量有所增加。

2. 18 种氨基酸分析

食醋中有 18 种以上的游离氨基酸, 不同氨基酸能产生不同的味觉, 即鲜、甜、苦、酸味, 也有些是无味的, 分别构成食醋的风味。这些氨基酸主要来源于原料和微生物菌体的蛋白质, 经蛋白质的降解作用而生成。表 3 为用两种方法处理的 0 号和 6 号食醋样品的 18 种氨基酸分析结果。

从分析结果看出, 经高压静电场和激光同时处理后, 其氨基酸下降了 21%, 比单纯用高压静电场处理相差三个百分点。氨基酸的降低主要是消耗于进行迈拉德反应, 生成类黑素等物质。反应结果是提高了食醋的色度, 对提高食醋质量的三要素起到了一定的促进作用。

3. 总酸、总酯、色度分析

食醋中大部分是醋酸, 它是由原料经发酵生成的。我们用化学分析方法对经高压静电场和高压静电场加激光催陈处理的食醋进行总酸、总酯、色度三项指标测定, 其中色度分析采

用紫外、可见分光光度仪, 以 $\lambda_{\max} = 510\text{nm}$ 为测定波长, 测得食醋的吸光值, 以此作为衡量食醋色度的标准。三项指标的分析结果见表 4。

表 3 食醋氨基酸分析结果

项目	样品号 处理方法 含量 (mg/100ml)	0		6	
		对照组	E	E+L	
丙氨酸		14.88	13.40	12.87	
甘氨酸		6.983	6.045	5.296	
苏氨酸		11.54	11.14	10.59	
丝氨酸		35.05	29.24	29.16	
缬氨酸		9.901	7.666	7.356	
亮氨酸		14.53	9.956	9.908	
异亮氨酸		8.975	5.929	6.534	
脯氨酸		46.29	17.80	16.74	
羟脯氨酸		3.040	0.9451	1.357	
蛋氨酸		0.6123	0.420	0.3832	
胍氨酸		36.42	36.33	35.11	
天门冬氨酸		34.33	32.95	28.80	
苯丙氨酸		15.78	12.54	11.53	
赖、酪氨酸		18.79	17.18	15.89	
谷氨酸		38.79	32.30	31.69	
精氨酸		3.574	1.621	2.823	
组氨酸		2.751	2.189	1.944	
胱氨酸		9.850	9.770	8.993	
总氨基酸		302.1	247.4	236.9	
总氨基酸变化(%)			降低 18%	降低 21%	

表4 催陈食醋总酸、总酯、色度变化

项目	样品号 处理方法 含量	0		1		2		3		4		5		6	
		对照组	E	E+L	E	E+L	E	E+L	E	E+L	E	E+L	E	E+L	
总酸(g/100ml)		4.44	4.46	4.54	4.51	4.55	4.49	4.57	4.53	4.58	4.59	4.62	4.60	4.69	
总酯(%)		2.11	2.11	2.13	2.14	2.19	2.17	2.18	2.21	2.24	2.29	2.38	2.32	2.40	
色度(A)		1.027	1.030	1.113	1.036	1.122	1.053	1.119	1.051	1.124	1.064	1.129	1.079	1.148	

由分析结果可以看出,用高压静电场加激光处理食醋,使总酸、总酯、色度三项指标均有所提高,而且优于单纯用静电场处理的食醋.总酸增加,有利于提高食醋等级;总酯增加,可以增加食醋的香气成分.

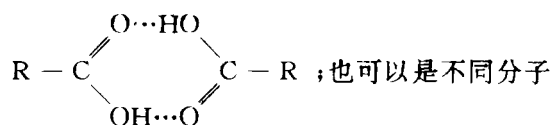
三、自然老熟与高压静电加激光催陈机理分析

1. 食醋陈酿期间的物理、化学变化

食醋在贮存陈酿期间发生一系列复杂的物理和化学变化,物理变化主要有:

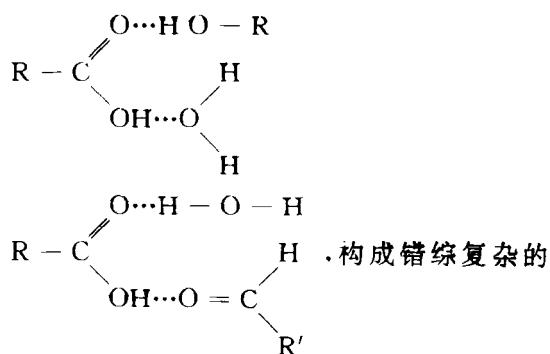
一些低沸点的有害成分,如醛类等挥发,其结果可以减少食醋的刺激性气味.

在陈酿过程中,醋酸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.它们可以是同分子之间缔合:



之间缔合: $R-C \begin{array}{l} \nearrow O \cdots HO \\ \searrow OH \cdots O \end{array} C-R'$; 还可以

是同其他醇、醛和水分子之间的缔合:



缔合现象.这些缔合体系的形成,减少了自由醋物理

酸分子的数量,降低了醋酸分子的活度,减少了新醋的刺激性,使食醋具有老熟后的特点.

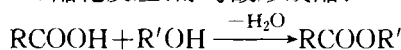
化学变化主要有:

(1)氧化反应:



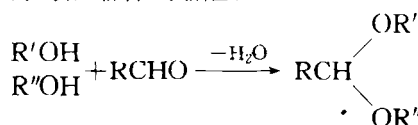
反应结果使总酸度增加.

(2)酯化反应:醇与酸形成酯:



(3)缩合反应:

醇与醛缩合成缩醛:



生成乙缩醛后,既减少了食醋的刺激性气味,又增加了香气成分.

(4)迈拉德反应:食醋中的还原糖与氨基化合物经过一系列复杂的化学变化,生成类黑素,反应结果是使食醋色泽加深,氨基酸含量下降.

2. 静电与激光催陈机理初探

高压静电场电晕放电,使电场内电子加速,被加速的电子使空气中的氧分子分解成氧原子,氧原子再与氧分子结合而生成臭氧,或氧原子之间产生复合反应生成氧分子.生成的臭氧也可进行分解反应,生成氧分子或氧原子,生成的氧加速了陈酿过程中的氧化反应,起到了催化作用.

在静电场的作用下,食醋中的极性分子趋于沿电场方向定向排列.进一步极化,使偶极矩增大,部分分子之间的缔合作用受到破坏而重新组合,形成更大、更稳定的分子缔合群,使食醋刺激性减少,口味变得醇和.

激光具有能量密度大,单色性好等优点.在激光的照射下,食醋中的有机分子吸收光子能量后,分子中的化学键发生断裂,形成其他分子,其中有的被离解成自由基而重新组合成新分子,这样周期性地缔合——分离——再缔合,在静电场及外界因素作用下,分子群再一次被打碎,分解成小分子,然后又重新组成分子群,这种周期作用过程加速了氧化反应、酯化反应、缩合反应和迈拉德反应的进程.食醋是一种液体,液体中的分子碰撞与扩散过程十分迅速,激发态分子氧是相当小的分子,扩散的速度非常快,在激光与静电场催陈时,细激光束射入醋体的特定空间,造成的激发足以在极短的时间内

扩散到整个醋体,并促进反应的完成.

高压静电场和激光同时催陈食醋,符合传统食醋陈酿的理论和规律.从实验数据分析可以看出,静电场和激光同时催陈食醋的效果在许多方面均优于单纯用静电催陈的效果.该技术缩短了食醋陈酿周期,为食醋生产的人工陈酿开辟了又一条新途径.

本实验仅用了波长为 6328 Å 的激光处理食醋,对其他波长的激光和其他类型激光器的激光催陈食醋的处理尚待试验.

[1] 叶建安,李小明,中国调味, No. 12(1987), 3.

[2] 蒋耀庭,孙英等,中国酿造 No. 6(1991), 21.

光子扫描隧道显微镜的研制与样品的显微成像技术¹⁾

郭宁 夏德宽 吴世法 初世超

(大连理工大学物理系,大连 116023)

高崧 姚骏恩 商广义 李成基

(中国科学院北京电子显微镜实验室,北京 100086)

采用自行研制的光子扫描隧道显微镜(PSTM)的显微实验系统对多种样品进行了表面显微成像研究,获得了关于样品表面三维立体图像信息.通过多种图像处理手段对原始图像进行后期处理,得到了更具视觉效果、更为逼真的样品表面图像,为光子扫描隧道显微镜(PSTM)的广泛应用奠定了技术基础.

Abstract

This paper makes a systematic study of the imaging experiment on various sample surfaces with a photon scanning tunneling microscope system developed in Beijing Laboratory of Electron Microscopy. The Photon Scanning Tunneling Microscope (PSTM) images are treated by our image processing system by means of different methods. Interpretation of PSTM images, as well as the applicability of PSTM to other forms of surface analysis are discussed. The results obtained can serve as the technical foundation for the PSTM.

一、光子扫描隧道显微镜的研究与应用

光子扫描隧道显微镜(PSTM)是继 1986 年诺贝尔物理奖获奖成果——扫描隧道显微镜

(STM)诞生以来,又一在世界上令人瞩目的显微科学成果,其机理与实验手段与 STM 极为相似,可以看作是 STM 的延伸和发展,但两者

1) 本课题于 1993 年 6 月 6 日在北京通过了国家级技术成果鉴定.