

## 双乙酸钠的合成及对霉菌的抑制作用

## Synthesis of Sodium Diacetate and Inhibitory Action on Moulds

葛明兰 沈齐英 明俊

Ge Minglan Shen Qiyang Ming Jun

(北京石油化工学院化学工程系 北京 102617)

(Dept. of Chem. Engi., Beijing Institute of Petro-chemical Technology, Beijing, 102617, China)

**摘要** 以醋酸和纯碱为原料, 不加溶剂合成双乙酸钠, 并用双乙酸钠、苯甲酸作防霉剂加入培养基, 在无菌条件下接种黄曲霉菌和球毛壳实验霉菌, 比较双乙酸钠和苯甲酸对霉菌的抑制作用。结果表明,  $n(\text{醋酸}) : n(\text{纯碱})$  为  $(4.0 \sim 4.2) : 1$ , 反应温度  $60 \sim 70^\circ\text{C}$ , 醋酸加料时间  $40 \sim 60 \text{ min}$ , 反应时间  $120 \sim 180 \text{ min}$  时, 所得产品质量合格, 收率可达 96% 以上。双乙酸钠和苯甲酸质量分数为 0.3% 时防霉效果接近; 质量分数为 0.1% 时, 二者对黄曲霉防霉效果与空白相比都有极显著性差异 ( $P < 0.01$ ), 双乙酸钠优于苯甲酸, 对球毛壳的防霉效果也是双乙酸钠的明显优于苯甲酸的 ( $P < 0.05$ )。双乙酸钠是一种防霉效果优于苯甲酸的防霉防腐剂。

**关键词** 双乙酸钠 合成 苯甲酸 霉菌 抑制作用

中图分类号 TS202

**Abstract** The sodium diacetate (synthesized by acid and sodium carbonate without any solvent) and the benzoic acid were added into the culture medium in the experiment of aflatoxins and glibismycin under axenic condition respectively, to compare with their antiseptic effects. Under the conditions of  $n(\text{acetic}) : n(\text{sodium}) = (4.0 \sim 4.2) : 1$ ,  $60 \sim 70^\circ\text{C}$  of reaction temperature, feeding of acetic for  $40 \sim 60 \text{ min}$ ,  $120 \sim 180 \text{ min}$  of reaction time, 96% of products were produced that met to FAO/WHO standard. Sodium diacetate and benzoic acid had similar antiseptic effects when the mass fraction of them was 0.3%, but they both showed extremely significant difference ( $P < 0.01$ ) comparing to the control when the mass fraction of them was 0.1%, and sodium diacetate was better than benzoic acid. In the resistance to globismycin, there was significant difference ( $P < 0.05$ ) between sodium diacetate and benzoic acid. It is indicated that sodium diacetate is a better antiseptic than benzoic acid.

**Key words** sodium diacetate, synthesis, benzoic acid, moulds, inhibitory action

双乙酸钠 (SDA) 是一种新型绿色防霉防腐保鲜剂, 对食品、粮食、饲料等具有广泛的适用性, 并具有增加营养价值的功效。SDA 被美国食品和药品管理局确定为安全型食品添加剂, 联合国粮农组织和世界卫生组织 (FAO/WHO) 也批准其作为食品和饲料防腐防霉剂, 我国食品使用卫生标准将其列为粮食及食品的防霉防腐剂, 是我国“八五”、“九五”期间重点开发的八类精细化工产品之一。SDA 与常用的防霉防腐剂相比, 具有成本低、功效高、使用方便、毒性小、无致癌危险等特点, 是一种环境友好的产品。目前世界上发达国家已普遍使用其作为防霉防腐剂, 而我国对双乙酸钠的开发利用尚处于起步阶段。我国是一个产粮大国, 每年都有大量的粮食、谷物需要贮存保管; 近年来饲料工业发展也很快。因此, 开发生产和大规模应用 SDA 对促进我国食品工业、粮食谷

物和饲料工业生产、贮存及运输具有重要意义。

## 1 实验部分

### 1.1 双乙酸钠的合成

#### 1.1.1 实验方法

以醋酸和纯碱为原料, 用不加溶剂的方法, 合成双乙酸钠。

将装有电动搅拌器及冷凝管的 250 ml 的三口烧瓶放在超级恒温水浴槽中 (保证槽内的水浸过烧瓶的  $2/3$  部分), 当槽内温度升至实验要求的温度时, 投入 21.2 g (0.2 mol) 固体碳酸钠粉末, 开动搅拌器 (60 r/min), 然后缓慢地向三口烧瓶中滴加一定量的醋酸进行反应。恒温反应一定时间, 反应完毕后冷却结晶、干燥, 即可得到双乙酸钠产品。

#### 1.1.2 产品质量指标及质量分析<sup>[1]</sup>

产品双乙酸钠是 1 种略带醋酸气味的白色结晶性粉末, 测定其主要质量指标

(1) 醋酸质量分数测定: 用酚酞为指示剂, NaOH 标准溶液滴定

(2) 醋酸钠质量分数测定: 试样在高温炉中 (温度为 250°C) 挥发除去水分和冰醋酸 (水在 100°C 左右即蒸发, 冰醋酸在 118°C 即蒸发, 而乙酸钠熔点为 324°C), 2 h 后恒重, 取出产品研成粉末状, 称重, 计算产品中醋酸钠含量

把测得的质量指标与 FAO/WHO 标准 (醋酸质量分数: 39.0% ~ 41.0%; 醋酸钠质量分数 58.0% ~ 60.0%; 水质量分数 ≤ 2%) 比较

## 1.2 双乙酸钠对霉菌的抑制作用

### 1.2.1 实验仪器

空气浴振荡器、手提式压力蒸汽消毒器、电热恒温培养箱、接种环、电子天平。

### 1.2.2 实验材料和方法

实验菌种: 黄曲霉菌、球毛壳实验霉菌均由中国科学院微生物研究所提供

液体培养基: 黄曲霉菌种的培养基为查氏培养基、球毛壳菌种的培养基为综合马铃薯培养基

固体培养基: 在液体培养基中加入适量琼脂

防腐剂: 双乙酸钠 (食品级)、苯甲酸 (食品级)。

在无菌条件下将已活化的黄曲霉菌、球毛壳分别接种在查氏培养基和综合马铃薯培养基上, 若不添加任何防腐剂, 霉菌菌种在各自的琼脂平板上生长得最好。若在培养基中添加防腐剂就会抑制霉菌的生长, 抑制作用越强, 说明该防腐剂的防腐效果越好。所以可在培养基中添加防腐剂来抑制菌种生长, 根据菌种生长的情况比较防腐剂对霉菌的抑制作用。

阳性对照组: 加入苯甲酸, 质量分数为 0.3%、0.1%。

空白对照组: 不添加任何防腐剂。

实验组: 加入双乙酸钠, 质量分数为 0.3%、0.1%。

以上各组均做 10 次平行实验。实验过程中, 无论是操作中的仪器还是使用的培养基及任何试剂都保持无菌状态。为了便于观察, 即用肉眼便可数出菌种个数, 在加入了防腐剂的固体培养基内用平板划线接种上振荡培养的菌种, 然后放置培养箱内待观察。

实验结果用均数 ± 标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 用 *t* 检验法<sup>[2]</sup>进行两两比较, 检验其差异的显著性

## 2 结果与分析

醋酸-纯碱 (无溶剂) 法合成双乙酸钠的实验结果表明, 原料配比、反应温度、醋酸加料速度、反应

时间等都影响着产品质量和收率。实验确定醋酸和纯碱的摩尔比为  $n$  (醋酸) :  $n$  (纯碱) = (4.0 ~ 4.2) : 1; 反应温度应控制在 60~70°C; 醋酸加料时间在 40~60 min 较适宜; 反应时间控制在 120~180 min 为宜。所得产品质量合格, 收率可达 96% 以上。

黄曲霉在 0.3%、0.1% 的双乙酸钠 (SDA) 和苯甲酸的培养基上生长的情况见表 1

球毛壳在 0.3%、0.1% 双乙酸钠 (SDA) 和苯甲酸的培养基内生长情况见表 2

由表 1 表 2 可知, 双乙酸钠和苯甲酸对黄曲霉和球毛壳的生长都有良好的抑制作用, 对黄曲霉菌的效果好些。二者质量分数为 0.3% 时防腐效果接近, 质量分数为 0.1% 时二者对黄曲霉菌防腐效果与空白相比都有极显著性差异 ( $P < 0.01$ ), 双乙酸钠优于苯甲酸 ( $P < 0.05$ ); 对球毛壳双乙酸钠的防腐效果与苯甲酸的相比有显著性差异 ( $P < 0.05$ )。由此可知, 双乙酸钠具有良好的防腐性能, 优于苯甲酸

表 1 黄曲霉生长情况 ( $\bar{x} \pm s$ )

培养基 (防腐剂量分数, %) Culture medium (mass fraction of antiseptic, %)	菌落个数 Number of colonies			
	3 d	10 d	20 d	30 d
SDA 0.3	0	0	0	1
SDA 0.1	0	1	8 ± 1*	几乎充满平板 Full of plate nearly
苯甲酸 0.3 Benzoic acid 0.3	0	0	1	2 ± 1
苯甲酸 0.1 Benzoic acid 0.1	0	1	10 ± 1*	几乎充满平板 Full of plate nearly
不加防腐剂 (空白) Without antiseptics (blank)	4	几乎充满平板 Full of plate nearly	充满整个平板 Full of plate	-

\*\*  $P < 0.01$

## 3 讨论

防腐即是人工抑制粮食或谷物霉菌的生长。防腐剂主要使微生物细胞结构蛋白变性和干扰生理生化反应, 达到抑制细胞的生长繁殖或杀死细胞。双乙酸钠分子内的单分子乙酸能有效地透过菌体的细胞壁进入细胞中, 对菌类 (包括真菌、霉菌、细菌) 具有很强的抑制作用<sup>[3]</sup>。

表 2 球毛壳生长情况 ( $\bar{x} \pm s$ )

Table 2 Growth of globismycin ( $\bar{x} \pm s$ )

培养基 (防霉剂 质量分数,%) Culture medium (mass fraction of antiseptic,%)	菌落个数 Number of colonies			
	3 d	10 d	20 d	30 d
SDA 0.3	0	0	1	1 几乎充 满平板
SDA 0.1	0	1	12± f	Full of plate nearly
苯甲酸 Benzoic acid 0.3	0	0	1	2± 1
苯甲酸 Benzoic acid 0.1	0	1	17± 1**	几乎充 满平板 Full of plate nearly
不加防霉剂 (空白) Without antiseptic (blank)	几乎充 满平板 Full of plate nearly	充满整 个平板 Full of plate	-	-

\* 表示与苯甲酸比较  $P < 0.05$ ; \*\* 表示与空白比较  $P < 0.01$

\* Compared to benzoic acid,  $P < 0.05$ ; \*\* Compared to control,  $P < 0.01$ .

目前我国常用的防腐防霉剂有丙酸及其盐类、山梨酸及其盐类、苯甲酸及其盐类。丙酸及其盐类使用范围较窄,原料国产较少,主要靠进口;山梨酸及其

盐类价格高,主要用于高档食品饮料,在我国应用尚不普遍;苯甲酸及其盐类在国内大量生产,应用广泛,但毒性较大,超过一定浓度用量即有不良味道,因价格低廉,是目前国内用量最多的防腐防霉剂<sup>[3,4]</sup>。

双乙酸钠作为一种新型防腐防霉剂,被联合国卫生组织定为“零”毒性物质,是替代传统防腐防霉剂的理想产品。本实验用醋酸和纯碱为原料,不加试剂合成双乙酸钠,工艺简单,原料易得,生产成本低,无“三废”排放,操作方便,所得产品质量合格,产品收率可达 96% 以上。

双乙酸钠的防霉效果优于苯甲酸,而且双乙酸钠对黄曲霉菌的防霉效果要比对球毛壳的好。双乙酸钠用于粮食和饲料的防霉,市场空间将是巨大的。

### 参考文献

- 1 李祥君.新编精细化工产品手册.北京:化学工业出版社,1996.41.
- 2 李春喜,王志和,王文林等.生物统计学.北京:科学出版社,2000.43-51.
- 3 章朝晖.我国双乙酸钠防霉剂的发展策略.化学工业与工程技术,2001,22(4):28-31.
- 4 周家华.食品添加剂.北京:化学工业出版社,2001.27-30.

(责任编辑:邓大玉 曾蔚茹)

(上接第 96页 Continue from page 96)

长度和信噪比的函数。另外,由于 Turbo 码中带有交织器,译码带来很大延时,而且随着迭代次数的增加,译码延时将呈线性关系迅速增大。一般认为 Turbo 码在 5~10 次循环迭代之间达到饱和。

## 6 结论

从以上仿真结果可以看出,由于 Turbo 码很好利用了迭代译码方法以及香农信道编码定理中的随机性编译码条件,在 AWGN 信道的低信噪比条件下,Turbo 码能发挥良好性能,这是目前其他任何编码所无法比拟的。在没有经过信道编码的数字通信系统中,欲使  $BER = 10^{-5}$ ,信噪比需要达到 44dB<sup>[6]</sup>;相比于没有经过信道编码系统,Turbo 码有将近 40dB 的编码增益。此外,Turbo 码还有很强的抗衰落和抗多径效应能力,它在包括移动通信在内的诸多通信领域都有着非常诱人的应用前景。

### 参考文献

- 1 Shannon C E. A mathematical theory of communication. 106

- Bell System Technology, 1948, 27: 379~ 423, 623~ 656.
- 2 Berrou C, Glavieux A, Thitimajshima P. Near Shannon limited error correcting coding and decoding Turbo codes. International Conference on Communications, Geneva Switzerland, 1993. 1064~ 1090.
- 3 Robertson P, Hoehner P, Villebrun E. Optimal and sub-optimal maximum a posteriori algorithms suitable for turbo decoding. European Trans On Telecommunication, 1997, 8: 119~ 125.
- 4 Benedetto S, Montorsi G. Unveiling Turbo-codes: Some results on parallel concatenated coding schemes. IEEE Transactions on Information Theory, 1996, 42(2): 409~ 429.
- 5 徐伟峰,秦东,刘石等. Turbo 码中的交织器设计及其改进.微电子学,2000,(4):92~96.
- 6 Wilson S. Digital Modulation and Coding. Prentice Hall, 1996.

(责任编辑:黎贞崇)