

季铵盐基聚硅氧烷的抗菌活性

黄作鑫 黄英

(中国科学院化学所分子科学中心,北京,100080)

摘要:研究带有苄基二甲基硅丙基氯化铵侧基的聚硅氧烷在纯棉床单布上的吸附性能及其对大肠杆菌与金黄色葡萄球菌的杀菌活性。结果表明,该聚硅氧烷对大肠杆菌与金黄色葡萄球菌均具有强的杀菌活性。

关键词:抗微生物整理 带季铵基聚硅氧烷 吸附量 抗菌活性

中图法分类号:TS 195.58 文献标识码:A

在分子中有着与氮原子相连的1到2个长链烷基($C_8 \sim C_{18}$)的有机季铵盐化合物具有优良的抗菌活性^[1,2]。由疏水的长链烷基与亲水的季铵基所构成的这种两亲结构决定了这样的有机季铵盐化合物均为阳离子型表面活性剂,它们极易吸附在细菌的细胞壁上,干扰细菌的新陈代谢过程,从而起到杀灭细菌的作用^[3]。在专利报道的可用作抗菌剂的有机季铵盐中,在季铵氮原子上也都带有一个8个碳原子以上的长链脂族烷基^[4,5],显然,这些季铵化合物的杀菌作用是与其的表面活性紧密相关的。

聚二甲基硅氧烷的分子结构决定了它们具有很低的表面张力,显示出很高的表面活性。分子链上带有一定数量的苄基二甲基硅丙基氯化铵侧基的聚硅氧烷是一种高分子的季铵盐,聚二甲基硅氧烷分子链赋予其表面活性,并可降低其毒性。这种在季铵氮原子上没有长链脂族烷基的聚硅氧烷的抗菌活性还未见报道。

本文用带有苄基二甲基硅丙基氯化铵侧基的聚硅氧烷 BQAS-PDMS-92-16 整理纯棉床单布,研究了不同浓度的带有季铵基的聚硅氧烷对纯棉床单布的吸附性及其对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的杀菌活性。

1 实验及测试

1.1 原材料

带有苄基二甲基硅丙基氯化铵侧基的聚硅氧烷 BQAS-PDMS-92-16,实验室自制,其制备见文献[6]。BQAS-PDMS-92-16的数均分子量为7690(由VPO法测定),季铵基的摩尔分数为16%(由¹H NMR谱测定)。20 cm × 20 cm的纯棉布样布,并在2 g/L的十二烷基苯磺酸钠的水溶液中浸泡20 min(浴比为1:30),取出后用清水漂洗干净,放入150℃烘箱中鼓风干燥20 min,然后在干燥器中自然冷却2 h后,用分析天平称重备用。无水乙醇为分析纯试剂。

1.2 棉床单布的整理

将聚硅氧烷 BQAS-PDMS-92-16 分别溶于水与乙醇的混合溶剂中(水与乙醇的质量比为80:20),配成质量浓度为0.25%,0.5%,1.0%,1.5%与2%的处理液。将已洗净干燥并称重的样布按浴比1:30分别在各浓度的处理液中浸泡10 min,取出后用胶辊轧干,重复一次上述操作,然后将经处理的湿布称重,保持每块布的轧液率为180%,将处理后的湿布在150℃烘箱中鼓风干燥20 min,然后在干燥器中自然冷却2 h后,用分析天平称重,并按下式计算带苄基二甲基硅丙基氯化铵侧基的聚硅氧烷的实际吸附量:

$$\text{实际吸附量} = (G_1 - G_0) / G_0 \times 100\%$$

其中 G_0 为处理前样布的重量, G_1 为处理后样布的重量。

100 g 布上的计算吸附量由下式计算:

$$\text{计算吸附量}(g/100 g) = \text{处理液浓度} \times \text{轧液率} \times 100\%$$

1.3 抗菌性能的测试

抗菌性能的测试方法参考卫生部颁布技术规范^[7],采用振荡烧瓶实验法,所采用的实验菌种:大肠杆菌 AS 1.90;金黄色葡萄球菌 AS 1.89。

实验步骤:将经一定浓度的聚硅氧烷溶液处理的纯棉布裁成5 cm × 5 cm大小的5块样布,经120℃灭菌15 min后置于已经灭菌的250 mL锥形瓶中,加入70 mL洗液,分别加入0.7 mL菌液,充分振荡后进行“0”时间活菌计数,再在36℃下振荡(150 r/min)1 h及2 h后进行活菌计数,分别计算其回收菌数。抗菌效果用抑菌率(或细菌减少%)来衡量,其值通过下式计算:

$$\text{抑菌率} = \frac{[(B + C)/2 - A]}{(B + C)/2} \times 100\%$$

式中, A 为抗菌织物与细菌接触规定时间后锥形瓶内溶液中每毫升的活菌数; B 为抗菌织物与细

菌混合后在“0”接触时间时锥形瓶内每毫升溶液中的活菌数；C 为未经抗菌处理的对照织物与细菌混合后在“0”接触时间时锥形瓶内每毫升溶液中的活菌数。

2 结果与讨论

2.1 带季铵基的聚硅氧烷在纯棉布上的吸附

图 1 给出了处理液中带季铵基的聚硅氧烷的浓度与其在纯棉布上的吸附量之间的关系。

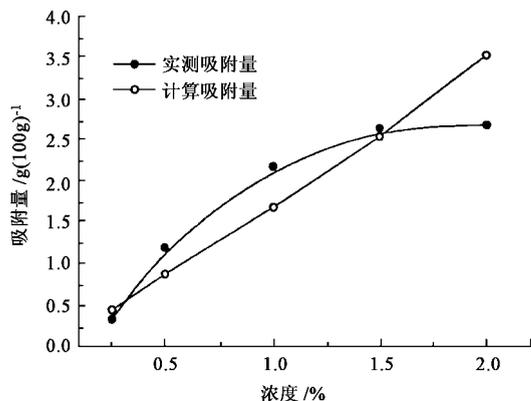


图 1 处理液的浓度与聚硅氧烷在棉布上的吸附量之间的关系

由图 1 可见,开始时 BQAS-PDMS-92-16 在棉布上的吸附率随着浓度的增大而增大,并高于计算吸附量,这表明 BQAS-PDMS 在棉布上发生优势吸附。当处理液浓度超过 1.5% 后,吸附率的变化不明显,这时计算吸附率高于实际吸附率,表明 BQAS-PDMS-92-16 在棉布上的吸附已达到饱和。

2.2 带季铵基聚硅氧烷的抗菌活性

带季铵基聚硅氧烷对大肠杆菌的抗菌实验结果列于表 1。

表 1 带季铵基聚硅氧烷对大肠杆菌的抗菌活性

样品	聚硅氧烷在布上的吸附量 (g/100 g)	菌液中大肠杆菌的活菌计数/0.2 mL		
		0 h	1 h	2 h
0 [#]	-	281	397	1600
1 [#]	0.65	203	240	1280
2 [#]	1.3	201	99	78
3 [#]	2.2	210	10	0
4 [#]	2.7	195	0	0

由表 1 的实验结果计算出处理布样震荡接触 1 h 后溶液中的抑菌率,其与带季铵基聚硅氧烷在布上的吸附量之间的关系如图 2 所示。

从表 1 可见,未经 BQAS-PDMS 整理的空白布在用大肠杆菌接种后,细菌随时间迅速繁殖,2 h 后细菌数已达到 8000 个/mL,而经 BQAS-PDMS 整理的布均显示出显著的抗菌效果。从图 1 与图 2 可见,抑菌率随着 BQAS-PDMS-92-16 吸附量的增加而增大,当处理液浓度大于 1% 后,BQAS-PDMS-92-16 在布上

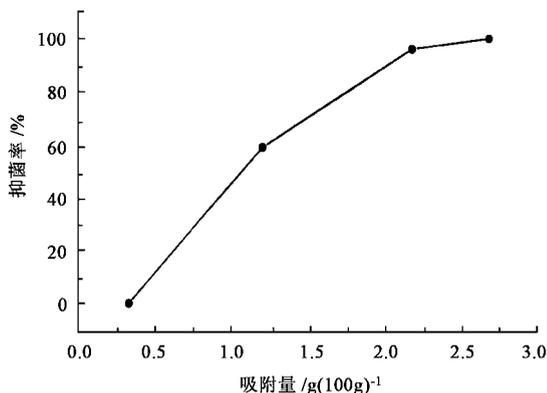


图 2 带季铵基的聚硅氧烷在布上的吸附量与抑菌率的关系的吸附接近饱和,对细菌的抑制作用最强。

表 2 列入了 BQAS-PDMS-92-16 对金黄色葡萄球菌的抗菌实验结果。从表 2 可见,BQAS-PDMS-92-16 在接触细菌后 1 h 内抑菌率已达 100%,这表明它对金黄色葡萄球菌有着更强的杀菌效果。显然带有苄基二甲基-γ-丙基氯化铵侧基的聚硅氧烷离聚体具有广谱的抗菌性能。

表 2 带季铵基的聚硅氧烷对金黄色葡萄球菌的抗菌活性

布样	聚硅氧烷在布上的吸附量 (g/100 g)	菌液中金黄色葡萄球菌的活菌计数/0.2 mL		
		0 h	1 h	2 h
未处理	0	126	131	132
经聚硅氧烷处理	2.7	174	0	0

上述结果表明,带有苄基二甲基硅丙基氯化铵侧基的聚硅氧烷虽然在其氮原子上不带有 8 个碳原子以上的长链脂族烷基,但它们仍对大肠杆菌与金黄色葡萄球菌显示出强的杀菌活性。

3 结论

带有苄基二甲基-γ-硅丙基氯化铵侧基的硅氧烷离聚体 BQAS-PDMS-92-16 对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌均具有优良的抑菌、杀菌效果。BQAS-PDMS-92-16 的抑菌率与其在棉布上的吸附量有关,而吸附量则决定于硅氧烷离聚体的浓度,低浓度时,吸附量随着处理液浓度的增加而增大,抑菌率增高。当质量浓度超过 1.5% 时,BQAS-PDMS-92-16 在棉布上的吸附达到饱和,抑菌率最高(达 100%)。

参 考 文 献

- 1 G. Domagk. Dent Med Mochs, 1935 .61 .829 .
- 2 O. Rahn. V. Eseltine. W. Am. Rev. Microbiol. 1947 .1 .173 .
- 3 李 柯等.有机硅材料及应用,1999(5):19~22 .
- 4 A. J. Isquith et al. P. A. Walters. US Patent, 3 730 701 .
- 5 J. J. Yetter. US Patent, 3 624 120 .
- 6 消毒产品鉴定与检测实验技术规范.卫生部 1999 年 8 月颁发.
- 7 黄作鑫.带季铵侧基的硅氧烷离聚体的研究.中科院化学所博士学位论文,2000 .