

工业用微生物多糖的发展前景

谈 家 林

(中国科学院微生物研究所, 北京)

由微生物产生的细胞外多糖, 人们只对其中少数作了化学和物理性质的研究。这些研究证明微生物多糖有极大的工业应用价值, 或有潜在的新用途。

直至近代, 食品、医药和其他轻重工业传统使用的多糖, 仅限于从高等植物和海藻中提取, 包括海藻酸、琼脂、刺槐豆胶、黄耆胶、亚拉伯胶等。由于这些多糖生产周期长, 且受地理、气候和其他条件限制, 性质和

数量常常不能满足工业的多种需要。虽然石油工业中化学合成的高分子聚合物如聚乙烯、聚丙烯、聚乙烯醇、聚丙烯酸等可部分取代植物多糖的应用, 但存在着不能食用、有毒性和环境污染等问题, 而微生物多糖具备多种多样的性质, 化学结构单纯, 生产周期短, 不受季节、地理和其他因素的限制, 能满足广泛使用的需要。

表 1 微生物多糖的用途

应 用	右旋糖酐	黄单胞菌多糖	短梗霉多糖	小核菌多糖	凝胶多糖	海藻酸盐	其他多糖
食品	+	+	+	+	+	+	+
医药	+		+	+	+	+	+
化妆品		+	+	+	+		
洗涤剂		+	+				
粘着剂			+		+	+	+
木材胶粘剂			+				
涂料		+	+				+
感光材料		+	+				
干电池			+				
黑墨、墨水			+	+			+
灯涂料			+				
烟草粘结			+				
铸造		+	+				
焊条			+				
造纸			+	+		+	+
印刷			+				
陶瓷		+	+	+		+	
火药	+	+		+			
湿法冶金	+	+		+			
珐琅		+					
纺织印染	+	+	+	+		+	
灭火液		+		+			
农药	+	+	+	+			+
肥料	+	+	+				
饲料	+	+	+				+
石油	+	+		+			+
生化试剂	+		+		+		+

(一) 化学结构

微生物多糖和植物多糖一样,有同型和异型多糖两大类。同型多糖只由葡萄糖单位结合而成,以 α -糖苷键联结的是 α -葡聚糖。具有这种结构的右旋糖苷(dextran)已作为血浆增量剂,即代血浆在临床中使用多年。短梗霉多糖(pullulan)以三个 α -1,4键结的葡萄糖单位按 α -1,6键联结而成,粘度较小,可塑性强,工业用途很广。 β -葡聚糖中的小核菌多糖(scleroglucan)是 β -1,3键联结的主链上带有 β -1,6键侧链,粘度极高,是高等真菌中在工业上利用潜力较大的一种多糖。

多数微生物胞外多糖是结构中含有有机酸的异型多糖,糖基单体常为葡萄糖、半乳糖和甘露糖三种六碳糖,有的含有鼠李糖或岩藻糖。有机酸单体常为葡糖醛酸和甘露糖醛酸,有的含丙酮酸。由于这类多糖中有机酸的羧基使多糖带阴性离子,因此又可分为酸性多糖。黄单胞菌多糖(xanthan)结构的主链为 β -1,4键接的葡萄糖,侧链有两个甘露糖、一个葡糖醛酸和丙酮酸。商业产品中丙酮酸含30%,主要用于食品和石

油工业。凝胶多糖(gellan)结构中有葡萄糖、鼠李糖和葡糖醛酸,它使液体凝固的能力胜过海藻琼脂、适合食品和医药工业使用。

细菌海藻酸的结构最特别,它不含单糖,完全由葡糖醛酸和甘露糖醛酸组成。两种酸的比例和排列可由生物合成的条件控制,胜过多种不同比例和排列混杂一起的由海藻中提出的海藻酸。

(二) 生物合成机理

右旋糖苷等少数多糖只利用蔗糖作基质在细胞外合成,其他微生物多糖都在胞内合成。合成的途径可能由百种以上的酶系完成,而酶系中只有极少数得到肯定,因此对生化过程及其控制的了解有限。采用遗传工程技术定向培育生产菌株,目前不如传统的人工选择或诱变育种效果好。

合成作用在细胞质膜上进行。目前已知的共同中间产物是肽葡聚糖和脂多糖,有的有糖核苷。这些前体中的糖部分在前体类异戊二烯脂上集合成重复单位,再聚合成多糖排出细胞外。类异戊二烯脂焦磷酸盐在去掉磷酸盐后又继续合成聚合物。多糖结构上的酰

基自乙酰辅酶A或磷酸烯醇丙酮酸加入。

(三) 工业生产

由于微生物多糖生产者对于微生物菌株、特殊生长条件、发酵罐设计和提取方法保密,因此有关生产技术报道较少。

单糖、双糖、淀粉、甲醇、气或液态烃均可用作发酵原料。工业生产以原料来源稳定,价格较低的淀粉和蔗糖为宜。由于多糖的粘度高,影响发酵中的通气和搅拌,因此粘度越大,要求糖原料的浓度越低。短梗霉多糖粘度较低,原料浓度可达10%以上,而黄单胞菌多糖粘度高,最高只能用5%。小核菌多糖粘度更高,只能用3%。采取连续发酵法提高碳源浓度的效果尚不理想。碳源浓度高影响一些菌株的生长,分次添加碳源可能提高原料使用量。

菌株生长所需的氮源因种类而有不同。铵盐、硝酸盐和豆加工制品是一般适宜的廉价原料。用固氮菌生产细菌海藻酸,不需添加氮源。高浓度氮源促使细胞过量繁殖,消耗碳源多而多糖产量低。

含维生素的物质对促进菌株生长有特效,常用的有酵母膏、玉米浆等。

磷酸盐和镁盐等无机物是菌株生长和多糖产生的必要因素。磷酸盐的浓度直接影响短梗霉多糖的分子量。

多糖分子量高,溶解程度不一,发酵罐和提取工艺是发酵工业中新的研究课题。高等真菌多糖发酵液中菌体的去除较细菌发酵容易,有利于产品提取。

(四) 用途

微生物多糖的化学结构理应决定其物理性质,但实验结果表明两者的关系不很密切。多糖的序列结构,即形态,有条带状结构和螺旋状结构。例如凝胶多糖表现为三叠螺旋结构,黄单胞菌多糖也是螺旋结构,但不清楚是单一螺旋还是双螺旋。结构的形态对水质液体的流变学性质起质和量的影响,包括增稠、凝

胶化、胶粘、絮凝、悬浮、润滑、成膜、可塑性、假可塑性等。不同的微生物多糖有不同的化学结构和形态,因而有不同的用途,表1列举一些多糖在不同工业中的应用。

(五) 发展前景

高等植物和海藻多糖在应用中所起的全部作用,可由具备多种多样性质的微生物多糖完成,性能和应用面更为广泛、优良。近年,随着新的微生物多糖被不断发现,潜在用途不断被开发,更加丰富了这一领域。随着研究的深入,应用面的扩大,商业价格不断降低,微生物多糖必将逐步取代甚至夺取被植物多糖占领的市场。在解决我国对资源缺乏的亚拉伯胶、愈创胶、黄耆胶、刺楸桐胶等植物多糖的供需矛盾方面更有意义。

微生物多糖工业是微生物工业中有特殊性的较新领域,不仅要求特殊工艺以控制发酵,保证基质转变成产品的质和量,而且工艺的下游,即产品的提取也是降低生产成本的重要环节,需要微生物学、化学、发酵工艺学、化学工程各个学科工作者合作,开发新的微生物多糖,研究新的生产技术和开发新的应用途径。

参 考 文 献

- [1] 淡家林:生物工程学报, 2(3): 19—24, 1986。
- [2] Polysaccharide Polymer, in "Commercial Biotechnology, An International Analysis", US Congress, Office of Technology, Assessment, Jan., p. 209, 1984。
- [3] Sutherland, I. W.: *Microbiol. Sci.*, 3(1): 5—9, 1986。
- [4] Sutherland, I. W.: *Adv. Microbiol. Physiol.*, 23: 79—105, 1982。
- [5] Sandford, P. A. et al.: *Pure and Appl. Chem.*, 56(7): 879—892, 1984。
- [6] Smith I. H. et al.: *J. Chem. Tech. Biotechnol.*, 32: 119—129, 1982。
- [7] 日本发酵学会编:微生物工学-基础与应用, p. 273—287, 产业图书, 1983。