

单, 成本低, 可望实现工业化。

#### 参考文献

1 凌关庭等. 食品添加剂手册(上册). 化学工业出版社

社, 1989, 82.

2 林进能等. 天然食用香料生产与应用. 中国轻工业出版社, 1991, 154 ~ 155.

## 低聚乳果糖的生理功能及加工特性

葛文光 无锡轻工大学食品学院 214036

**摘要** 就低聚乳果糖(以下简称 O-LS 糖)作为双歧杆菌的增殖物质。从微生态的生理特性和保健功能方面作详细的论述。并就 O-LS 糖的组成, 理化及加工特性作专门介绍。

**关键词** 低聚糖 乳果糖(半乳糖基蔗糖) 功能性食品 双歧杆菌

O-LS 糖由日本林原生物化学研究所, 盐水港精糖(株)和ピオフェルシン制药(株)三单位于 1990 年联合开发的一种新型功能性低聚糖, 并于当年 12 月推向市场。由于 O-LS 糖具有非常优异的生理功能以及良好的理化、加工特性, 深受消费者及食品行业的青睐。下面就 O-LS 糖的组成、生理功能、理化性质及加工特性作详细介绍。

### 1 O-LS 糖的组成

O-LS 糖是以乳糖和蔗糖为原料, 经  $\beta$ -呋喃果糖转移酶( $\beta$ -fructofuransidase)作用生成的产物, 其反应式见图 1。反应时, 在乳糖的葡萄糖一侧转移上构成蔗糖之一的果糖而形成的三糖。该糖由半乳糖、葡萄糖和果糖 3 个单糖构成。从结构上可以看出, 它同时具有乳糖和蔗糖的构造特征。

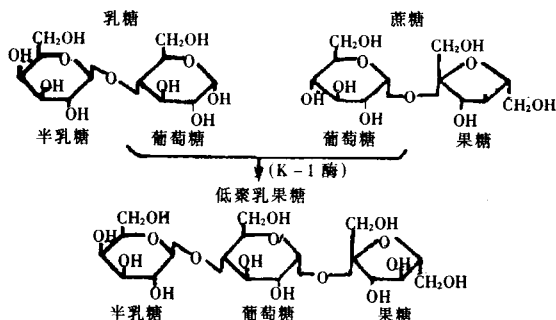


图 1 低聚乳果糖的生成反应

O-LS 糖的组成, 以 4- $\beta$ -D-半乳糖基蔗糖(4- $\beta$ -D-Galactosylsucrose)为主要成分, 还含有乳糖和蔗糖, 以及酶反应生成的部分葡萄糖和果糖, 此外还含有副反应生成的微量半乳糖基果糖, 1-蔗果三糖、半乳糖基乳糖。目前日本市场上销售的 O-LS 糖制品有两种, 一种含半乳糖基蔗糖 35% 以上的(简称 LS-35), 另一种为含 55% 以上的(简称 LS-55)制品。

### 2 O-LS 糖的生理功能

#### 2.1 改善人体内微生态环境

微生态学研究, 人的肠道内存在有 100 多种, 数量达  $10^{14}$  个以上构成肠道菌群的微生物, 其中有对维持人体健康起着重要作用的双歧杆菌和乳酸菌等有益菌, 也有对人体有危害的产气荚膜杆菌和梭菌等腐败菌, 经研究发现, 人体内的双歧杆菌含量的多少, 与人体的生长, 机体的新陈代谢乃至生老病死都息息相关, 当人们每天定量服用 O-LS 糖后, 就能有选择性地促使双歧杆菌的增殖, 其代谢产物是乳酸和醋酸, 使肠道内的 pH 值下降, 从而抑制了有害细菌的生长, 同时抑制有害物质的产生, 可起到抗衰老作用。人们摄食了 O-LS 糖后的人体内的微生态分布以及粪便中有害物质的含量变化见表 1。

表 1 LS 糖对肠道内菌群及粪便性状的影响

	LS 糖摄食量(每天)	
	1g	2g
肠道内菌群双歧杆菌	↑ *	↑ **
梭菌	↓ *	↓ *
粪便中氮量	↓ *	↓ *
粪便中硫化物	↗	↓
粪便的 pH 值	↘	↘
粪便量	↗	↗
粪便含水量	↗	↗

\* p&lt;0.05 \*\* p&lt;0.01

## 2.2 低发热值

由于 O-LS 糖的特殊结构, 很难被人唾液中的消化酶、胃液及小肠粘膜中的酶消化水解, 几乎不被分解直达大肠, 发热值极低, 很少能转化为脂肪。能降低血脂, 改善脂质代谢, 降低血液中的胆固醇和甘油三酯的含量。O-LS 糖的消化性能见表 2。

表 2 O-LS 糖的消化性

			37℃ 下		
	糖浓度	酶 量	pH 值	时间(min)	加水分解率(%)
唾 液	10% LS 98(5.0ml)	人唾液 80u/ ml(0.5ml)	6.0	30	0.0
胃 液	2.2% LS98(4.0ml)	50mMHCl · KCl(2.0ml)	2.0	100	1.5
胰 液	1.0% LS98(5.0ml)	猪胰脏 α-淀粉酶 20u/ ml(0.5ml)	6.6	360	0.0
小肠粘膜酶	1.0% LS98(5.0ml)	老鼠小肠丙酮粉末 4.3u/ ml(0.5ml)	6.6	180	5.0

## 3 O-LS 糖的理化特性

### 3.1 甜度及甜味

表 3 各种糖类的甜度

糖的种类	甜度(与蔗糖比较)
蔗糖	100
葡萄糖	60~70
果糖	120~150
麦芽糖	40
乳糖	20~30
LS 糖	30
O-LS-35	70
O-LS-55P	50
O-LS-55L	55

### 2.3 非胰岛素依赖性

难消化性的 O-LS 糖属非胰岛素依赖性, 故服用后不易使血糖升高, 可供糖尿病患者食用。

### 2.4 非龋齿性

O-LS 糖对牙齿无不良影响, 它不被龋齿菌作用形成基质, 也没有菌体凝结作用。

2.5 能合成维生素, 提高人体免疫功能, 增强免疫细胞的活性, 杀灭侵入体内的细菌和病毒, 消除体内“病变”细胞, 防止疾病的发生及恶化。

从上述结果可以看出, O-LS 糖是双歧杆菌的增殖因子, 能有效地改善肠道菌群的平衡, 抑制肠道内有害菌的繁殖和腐败物质的产生, 同时可以降低血压, 增强人体免疫功能, 增强免疫细胞的活性, 杀灭侵入体内的细菌和病毒, 消除体内“病变”细胞, 防止疾病的发生及恶化, 为此可以断定 O-LS 糖是一种很有利于人体保健的糖类。

若以蔗糖的甜度作 100 时, 各种糖类的甜度见表 3。

O-LS 糖的甜味质量是各种低聚糖中最佳的, 最近似于蔗糖的口味, 因此在食品中应用时, 不必担心会影响食品的风味。

### 3.2 粘度特性

O-LS 糖的浓度、温度与粘度之间的关系见图 2。LS-35 的粘度与蔗糖相似, 而 LS-55L 和 LS-55P 比蔗糖的粘度稍高, 但任何一种制品与蔗糖相比较, 其粘度变化不大, 所以对食品加工几乎不受影响。

### 3.3 渗透压

糖类的渗透压, 在食品加工和熟煮过程中, 对糖液渗透至食品组织中的速度和对食品

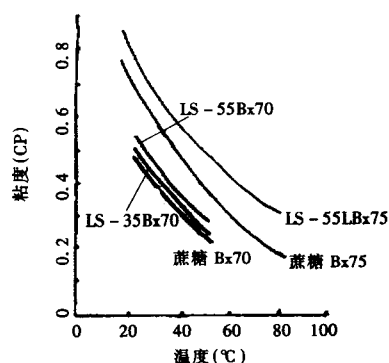


图2 O-LS糖温度与粘度的关系

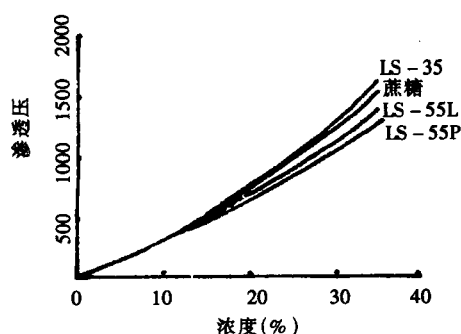


图3 O-LS糖浓度与渗透压的关系

的保存性有很大影响，O-LS糖浓度与渗透压的关系见图3。LS-35的渗透压比蔗糖稍高，LS-55P以及LS-55L的渗透压比蔗糖稍低。

### 3.4 冰点下降

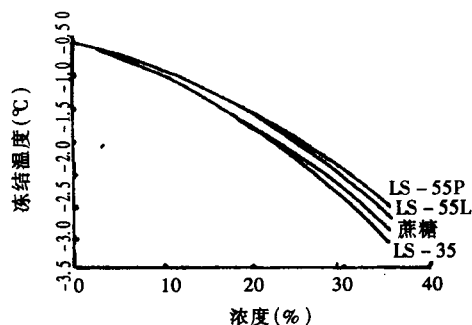


图4 O-LS糖浓度与冰点温度的关系

所谓冰点下降是指溶液偏离正常冻结点的值，一般糖类的分子量愈小，冰点下降愈大，溶液的冰点愈低。O-LS糖浓度与冻结温度的关系见图4，对LS-35而言，在各种浓度下，冰点下降均比蔗糖稍大，具有冻结困难的

性质。而LS-55P和LS-55L的冰点下降均比蔗糖略小，具有较容易冻结的性质。

### 3.5 耐热性，耐酸性

#### 3.5.1 热稳定性：

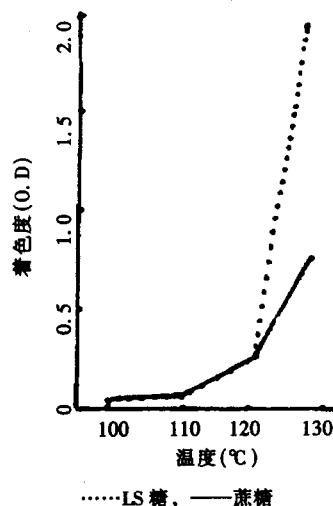


图5 浓度：50°Bx, pH: 4.5, 时间 1h

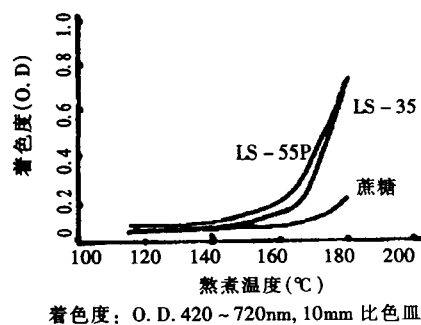


图6 O-LS糖熬煮温度与着色度

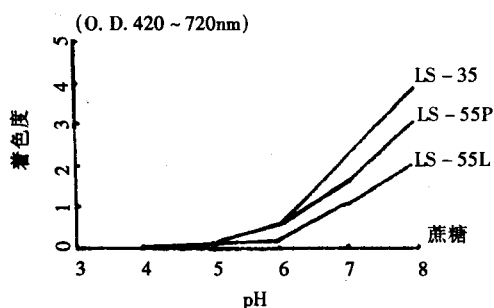
LS糖与蔗糖同样在中性左右的pH条件下加热比较稳定，在30°Bx，pH5.0时以100℃加热1h几乎不被分解。当浓度为50°Bx，pH4.5条件下，蔗糖和LS糖在不同温度下加热1h后的稳定性见图5。从图5可以看出LS糖在高温区域着色强。O-LS糖制品的糖果试验结果见图6。O-LS糖制品因含有乳糖、葡萄糖、果糖等还原糖，故将随着其含量的增加着色度有所提高。

#### 3.5.2 酸性条件下的稳定性

经过实验，纯的LS糖，在酸性条件下，其稳定性几乎与蔗糖相同。食品中使用O-LS糖时，当pH值比较低的食物，因担心其分

解, 必须要加以注意。对于 pH 值 5.0 以上的食品在使用上尽管放心。

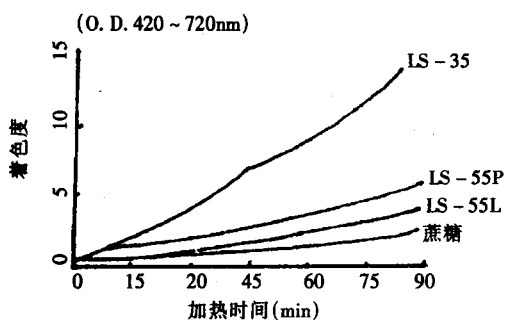
### 3.6 美拉德反应



溶液: 2% 氨基葡萄糖 2ml + 50% 样品 2ml + 0.1mol/L 缓冲液 4ml

加热: 100℃ 0min 比色皿: 10mm 厚

图 7 LS 糖在氨基酸共存时的着色性



溶液: 10% 多肽 4ml + 20% 样液 4ml

温度: 120℃

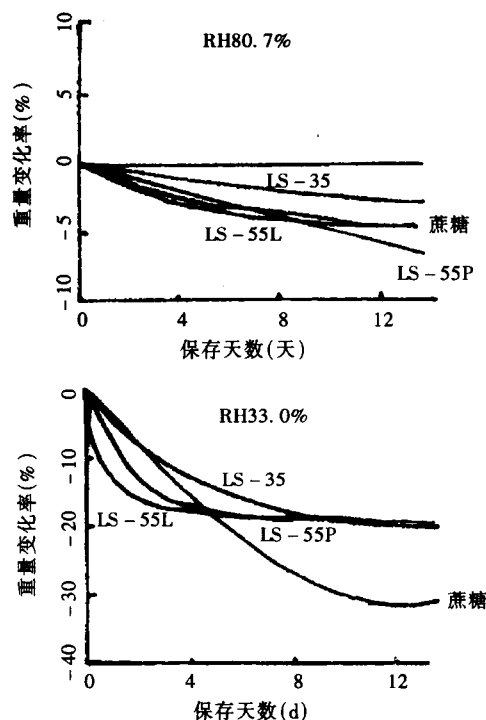
比色皿: 10mm 厚

图 8 LS 糖在多肽共存时的着色性

一般情况下, 糖类和蛋白质, 氨基酸一起加热时会引起褐变, 这种性质称为美拉德反应。反应时随着 pH 的变化褐变程度有很大的变化。美拉德反应对于焙烤制品如面包及糕点等生产时, 会给制品以良好的风味和香味以及诱人的外观。同时这种上色物质具有防腐效果, 因此可以延长制品的保存期。O-LS 糖和氨基酸在不同 pH 值范围内的上色情况见图 7。另外 O-LS 糖和多肽共存时随加热时间变化的着色性见图 8。由于 O-LS 糖含有葡萄糖、果糖和乳糖等还原糖的着色性不同, 因此着色性按 LS-55L, LS-55P, LS-35 顺次变强。随 pH 值的提高, 加热时间的延长成比例的增加。而 LS 糖本身却比蔗糖的着色性低。

### 3.7 保湿性、吸湿性

面包、蛋糕及其它糕点由于水分的蒸发, 会引起食品表面的硬化, 成为影响食品风味及口感的主要原因, 为适当保持食品的湿润度、糖类的保湿性、吸湿性起着极其重要的作用。将 O-LS 糖放置在相对湿度 33.0% 以及 80.7% 的环境下变化的情况见图 9。LS-35 在哪个环境下都比蔗糖重量的变化小。LS-55P 和 LS-55L 在 RH33% 时比蔗糖重量变化小, 在 RH80.7% 时比蔗糖的重量稍有增大。具有这种倾向的 O-LS 糖, 可以用作保湿性高的制品。



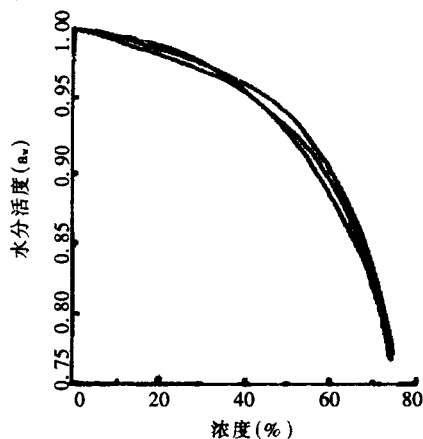
浓度: 蔗糖 68°Bx 乳糖: 70°Bx

图 9 恒温恒湿条件下保存 O-LS 的重量变化

### 3.8 水分活度

为使食品的保存期延长, 也就是说为了降低水分活度的目的, 经常采用添加各种糖类达到。所谓水分活度( $a_w$ )是指食品中所含有的能被微生物利用的水分量。其值愈小, 微生物生长繁殖能利用的水分也就愈少。微生物的发育就受到了抑制。O-LS 糖浓度和水分活度的关系见图 10。各种 O-LS 糖都与蔗糖近似的水

分活度。高浓度的糖液对微生物发育有抑制效果。



测定装置：水分活度仪  
温度：25℃  
时间：4h

图 10 O-LS 糖浓度与水分活度的关系

#### 4 O-LS 糖在食品中的应用

表 4 O-LS 糖应用于食品的类型

固体饮料	咖啡、麦乳精、果汁粉末饮料
饮料	碳酸饮料、果味饮料、果蔬汁饮料
餐后甜食	各种冰淇淋、布丁、果冻
糖果	硬糖、软糖
乳制品	酸乳、调制奶粉等
糕点	蛋糕、饼干、休闲食品等

由于 O-LS 糖具有纯真的甜味，几乎和糖具有相同的物理特性，因此可广泛地应用于各种食品(见表 4)。一般不会影响食品的理化性质，但甜度可以较大程度的降低，尤其对甜度太高的巧克力、果酱、蜜饯等制品的品质会有较大的改善。因为 LS-35 等低聚糖中含有蔗糖和葡萄糖，所以用于发酵制品也不成问题的，但纯 LS 糖不受乳酸菌发酵，故对酸乳等需经乳酸发酵的制品有协调风味的作用，对于面包酵母能较好地利用 O-LS 糖，因此该糖可用于面包酵母发酵的有关食品。在配方应注意，只需考虑每人每天有 2g 以上的 O-LS 糖，就能有效地促进双歧杆菌的增殖。若摄入量过多，超过 0.5~0.6g/kg 体重时，可能会引起腹泻，必须加以注意。

#### 参考文献

- 1 尾崎善英、ビフィズス菌増殖糖質. New Food Industry 1991. (9), 12~15.
- 2 技術リポート, 機能性食品素材の有効利用技術 ラクトスクロース(1), (2) 食品と科学. 1995 (3), (4), 108~113. 52~60.
- 3 光岡知足. 腸内善玉菌の力"ん抑制作用とその利用, 食品と開発, 1995(2), 12~15.
- 4 葛文光. 大豆低聚糖の生理特性と在食品中的应用. 食品科学, 1989(9), 23~28.

## 人参果复合乳饮料的研究

胡志和 白祝清 天津商学院食品工程系 天津 300400

**摘 要** 人参果复合乳饮料是以人参果、全脂乳粉为主料加入稳定剂，经调配、均质、杀菌等制作而成。主要对其加工工艺、风味调整及稳定性进行研究，并确定了生产工艺及工艺参数。

**关键词** 人参果 全脂乳粉 复合饮料

人参果为宿根类植物的果实，形似芒果，但无籽核，多汁，味清香，富含钙及其它矿物质、低糖，有益于糖尿病及肿瘤患者化疗后的

恢复。

目前，在我国部分地区开始种植，但耐储存性较差，只能季节性销售。为使消费者常年