

# 蔗糖多酯制备高粘度食品机械润滑油\*

## Preparation of High Viscosity Machinery Lubricants from Sucrose Polyesters for Food Production

卢安根<sup>1</sup>, 莫建光<sup>1</sup>, 杨克迪<sup>2</sup>, 葛利<sup>2</sup>, 李扬华<sup>1</sup>, 吴国勇<sup>3</sup>, 黄敏章<sup>3</sup>

LU An-gen<sup>1</sup>, MO Jian-guang<sup>1</sup>, YANG Ke-di<sup>2</sup>, GE Li<sup>2</sup>, LI Yang-hua<sup>1</sup>, WU Guo-yong<sup>3</sup>, HUANG Min-zhang<sup>3</sup>

(1. 广西分析测试研究中心, 广西南宁 530022; 2. 广西大学, 广西南宁 530004; 3. 柳州爱格富食品科技股份有限公司, 广西柳州 545616)

(1. Guangxi Center for Analysis and Testing Research, Nanning, Guangxi, 530022, China; 2. Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China; 3. Adana Food Tech (Liuzhou) Co., Ltd., Liuzhou, Guangxi, 545616, China)

**摘要:**以高酯化度的蔗糖多酯为主要原料, 筛选出粘度高、粘温特性优越的食品机械润滑油的初步配方: 蔗糖多酯 83.5%, 聚异丁烯 15%, 聚甘油脂肪酸酯 0.5%, 叔丁基对苯二酚 1.0%。该配方油品的常规理化性能指标基本上达到 GB 12494-1990 规定的 68 号粘度高、粘温特性优越的食品机械润滑油的要求, 可以用于食品机械的润滑。

**关键词:**蔗糖多酯 润滑油 制备 粘度 食品机械

中图分类号: O636.1 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2012)04-0361-03

**Abstract:** The high viscosity and superior viscosity-temperature property of food machinery lubricant was obtained using high degree of esterification of sucrose polyesters as the main raw material. The initial formulation contains 83.5% sucrose polyesters, 15% polyisobutylene, 0.5% polyglyceryl fatty acid ester, and 1.0% tert.-butyl-p-phenol. The regular physical and chemical performance index of lubricants basically meets the requirements of No. 68 high viscosity and superior viscosity-temperature property of food machinery lubricant in GB 12494-1990, which suggests that the obtained lubricant can be used in food machines.

**Key words:** sucrose polyesters, lubricants, preparation, viscosity, food machinery

润滑油是食品生产不可或缺的化学物质, 食品生产中, 机械设备的涡轮、齿轮、轴承都要用到安全性高的高粘度的润滑油。目前, 这些高粘度食品级白油或润滑油(牌号 68 及以上)主要依靠进口, 价格昂贵, 近年来的市场需求量很大。开发高粘度食品级润滑油具有广阔的市场和可观的经济效益, 并且高粘度食品级润滑油在食品、化妆品和医药工业中的应用也非常广泛。

蔗糖多酯近年来已被美国 FDA 批准用于食品和化妆品。目前国内罕见以蔗糖多酯为基础油开发

食品级润滑油的研究报道, 也尚未有相关产品上市。本文以蔗糖多酯为基础油, 探讨制备高粘度食品机械润滑油, 为以蔗糖多酯为基础油制备食品级润滑油提供技术参考。

### 1 材料和方法

#### 1.1 主要仪器

WNE-A 型恩氏粘度计, 831 KF Coulometer 水分测定仪, SYP1001B-III 石油产品闪点和燃点试验器, 873 Biodiesel Rancimat 氧化稳定性测定仪。

#### 1.2 主要原料与试剂

蔗糖多酯由柳州爱格富食品科技股份有限公司生产提供。蔗糖多酯含量 82%, 平均酯化度为 7, 其它指标符合 GB 8272-2009<sup>[1]</sup> 要求。聚异丁烯(数均分子量 1500)、聚甘油脂肪酸酯(酯化度为 7)、二氧化硅、叔丁基对苯二酚等试剂均为食品级。

收稿日期: 2012-02-26

修回日期: 2012-06-12

作者简介: 卢安根(1974-), 男, 博士, 高级工程师, 主要从事保健食品及生物产品分析测试研究。

\* 广西基本科研业务费专项项目(编号: 2009ACZ12)和广西科技基础条件平台建设项目(编号: 10-108-27-C)资助。

### 1.3 实验方法

以蔗糖多酯为基础油,根据基础油的基本参数选择添加剂,调节油品的粘度和倾点,测定油品的氧化稳定性,确定出高粘度指数润滑油的配方,制备高粘度指数润滑油。油品的基本理化指标按照 GB 12494—1990<sup>[2]</sup> 检验,氧化稳定性按照 GB/T 21121—2007/ISO 6886:2006<sup>[3]</sup> 测试,粘度指数按照 GB/T 1995—1998<sup>[4]</sup> 计算。

## 2 实验结果

### 2.1 基础油的基本数据

表 1 结果显示,基础油的闪点达到 GB 12494—1990 中 68 号油要求,倾点接近标准要求;基础油的水抽提液 pH 值为 6.89,无水溶性酸碱;基础油不含硫等有害成分,铜片腐蚀达到 1a 级。运动粘度方面,基础油在 40℃ 和 100℃ 的运动粘度分别为 41.75 和 8.99,达不到标准规定的 68 号润滑油的要求。这说明该基础油达到中粘度油脂的质量性能。粘度、倾点等参数需要改善。

表 1 基础油的基本参数

Table 1 Essential parameter of base oil

序号 No.	指标 Items	检测结果 Results
1	运动粘度 Kinematic viscosity(40℃), mm <sup>2</sup> /s	41.75
2	运动粘度 Kinematic viscosity(100℃), mm <sup>2</sup> /s	8.99
3	闪点(开口) Flash point, °C	208
4	赛波特颜色 Saybolt color	+11
5	倾点 Pour point, °C	-6
6	机械杂质 Mechanical impurity	无
7	水分 Moisture, %	无
8	水溶性酸碱 Water soluble acid and alkali	无
9	铜片腐蚀 Copper corrosion (100℃, 3h)	1a

### 2.2 高粘度指数润滑油的配制

#### 2.2.1 添加剂品种筛选

根据 2.1 的分析数据,需要使用添加剂来改善基础油的性能使之达到高粘度指数润滑油。根据食品添加剂使用卫生标准 GB 2760—2007 以及国内外技术资料,粘度指数改善剂选用聚异丁烯,抗凝剂选用二氧化硅和聚甘油脂肪酸酯,抗氧化剂选用叔丁基对苯二酚(TBHQ)。

#### 2.2.2 粘度调节

分别在基础油中加入 3%、6%、9%、12%、15%、18% 的聚异丁烯,每个实验做 3 个平行,充分搅拌均

匀后,粘度发生了变化(详见表 2)。表 2 结果显示,随着聚异丁烯用量的增加,基础油的运动粘度也随着提高;当添加量达到 18% 时,40℃ 的粘度超过 80mm<sup>2</sup>/s。此时聚异丁烯添加很困难,而且粘度指数由基础油的 204 下降到 151,因此,聚异丁烯的用量考虑不超过 18%,而选用 15% 为最佳。

表 2 聚异丁烯对运动粘度的影响

Table 2 Effect of polyisobutylene on kinematic viscosity

添加量 Addition (%)	运动粘度 Kinematic vis- cosity(mm <sup>2</sup> /s)	添加量 Addition (%)	运动粘度 Kinematic vis- cosity(mm <sup>2</sup> /s)
3	45.86	12	64.21
6	50.01	15	76.23
9	56.46	18	89.64

#### 2.2.3 倾点调节

将二氧化硅细粉末(过 100 目筛)和聚甘油脂肪酸酯按一定比例(详见表 3)分别加入到基础油中,充分搅拌均匀后测试其倾点,平行试验 3 个。结果(表 3)显示,随着二氧化硅和聚甘油脂肪酸酯用量的增加,基础油的倾点有降低趋势,但是幅度不大。聚甘油脂肪酸酯添加量到 0.5% 时,倾点降低不明显,可能与聚甘油脂肪酸酯的酯化度不高有关<sup>[5]</sup>。同时,由于二氧化硅微粒不溶于蔗糖多酯,虽然不会形成肉眼可见杂质,但是还是在油品中形成微量的机械杂质,而聚甘油脂肪酸酯与蔗糖多酯相容性好。因此,考虑高品质润滑油的质量要求,而选用聚甘油脂肪酸酯。

表 3 二氧化硅和聚甘油脂肪酸酯对倾点的影响

Table 3 Effect of silicon dioxide and polyglycerol esters on pour point

二氧化硅 Silicon diox- ide(%)	倾点 Pour point (°C)	聚甘油脂肪酸酯 Polyglycerol esters (%)	倾点 Pour point(°C)
0	-6	0	-6
0.3	-9	0.1	-6
0.5	-12	0.3	-9
1.0	-12	0.5	-12
1.5	-15	0.7	-12

#### 2.2.4 抗氧化实验

往基础油中加入 1% 的叔丁基对苯二酚,以未加叔丁基对苯二酚的基础油作为对照,通过电导率变化来测定两者的氧化稳定性。从结果(图 1)可以看出,添加了抗氧化剂叔丁基对苯二酚的蔗糖多酯,电导率曲线比较平缓,电导率变化幅度与基础油相比有较大的降低;基础油在实验 16h 后电导率开始平稳,可能是蔗糖多酯酯中残留有未完全净化的盐份或脂肪酸导致的电导率升高,当加入叔丁基对苯二酚以后,脂肪酸的电离受到了抑制。表明叔丁基对苯二酚具有延缓蔗糖多酯氧化,增强蔗糖多酯稳定性的作用。

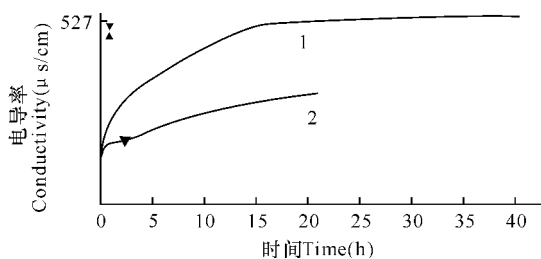


图1 叔丁基对苯二酚对电导率影响

Fig.1 Effect of TBHQ on conductivity

1. 基础油, 2. 高粘度润滑油。1. Base oil, 2. High viscosity lubricants.

### 2.3 高粘度指数润滑油的制备

#### 2.3.1 初步配方和制备工艺流程

根据以上实验以及相关技术资料,初步确定高粘度指数润滑油的配方为:蔗糖多酯 83.5%,聚异丁烯 15%,聚甘油脂肪酸酯 0.5%,叔丁基对苯二酚 1.0%。高粘度指数润滑油的制备工艺流程为:基础油性能分析→聚异丁烯热熔(约 80℃)→加入叔丁基对苯二酚→搅拌溶解完全→加入基础油和聚甘油脂肪酸酯→混合均匀→润滑油理化性能测试→配方确认。

#### 2.3.2 质量检测

进行 3 批次制备试验后分别对各批次按照 GB 12494-1990 进行全部指标检测。结果(表 4)显示, 40℃的运动粘度比单独添加 15%聚异丁烯的高,优于标准要求,可能是多种添加剂协同作用的结果;稠环芳烃在紫外区有吸收值,可能是添加剂中杂质带入。总体上,3 批次所制备的润滑油性质稳定,常规理化指标基本达到了粘度高、粘温特性优越的食品机械润滑油的质量要求。由于基础油和各种添加剂都可以用于食品工业,所以制备的油脂可以用于食品、药品机械的润滑。

### 3 结束语

以高酯化度的蔗糖多酯为主要原料,筛选出了粘度高、粘温特性优越的食品机械润滑油的初步配方:蔗糖多酯 83.5%,聚异丁烯 15%,聚甘油脂肪酸酯 0.5%,叔丁基对苯二酚 1.0%。该配方油品的常规理化性能指标基本上达到了 GB 12494-1990 规定的 68 号粘度高、粘温特性优越的食品机械润滑油的要求,可以用于食品机械的润滑。

以蔗糖多酯为基础油制备高粘度指数润滑油的工艺比较简单,除了本实验用的中等分子量聚异丁烯和叔丁基对苯二酚需要稍微加热促熔外,其它成分都容易溶解。如果是工业上使用低分子量的聚异丁烯,该步骤还可以省略。本实验使用的各种原料应该严格纯化纯度,蔗糖多酯应该进一步精制以改善外观和

表 4 高粘度食品机械润滑油的质量

Table 4 Quality of high viscosity machinery lubricants

序号 No.	指标 Items	高粘度食品机械润滑油 High viscosity machinery lubricants				GB 12494 -1990 (68 号油)
		1	2	3	平均值 Average	
1	运动粘度 Kinematic viscosity(40℃, mm <sup>2</sup> /s)	97.78	98.06	97.95	97.93	61.2~74.8
2	运动粘度 Kinematic viscosity(100℃, mm <sup>2</sup> /s)	14.69	14.91	14.77	14.79	不作要求
3	闪点(开口) Flash point, °C	210	210	210	210	≥200
4	赛波特颜色 Saybolt colour	+11	+11	+11	+11	≥+10
5	倾点 Pour point, °C	-9	-9	-9	-9	≤-5
6	机械杂质 Mechanical impurity	无	无	无	无	无
7	水分 Moisture, %	无	无	无	无	无
8	水溶性酸碱 Water soluble acid and alkali	无	无	无	无	无
9	铜片腐蚀 Copper corrosion (100℃, 3h)	1a	1a	1a	1a	1a
10	稠环芳烃 Condensed-nuclei aromatics					
	紫外吸光度 Absorbency, cm					
	280~289nm	1.689	1.709	1.705	1.701	≤4.0
	290~299nm	1.426	1.411	1.422	1.420	≤3.3
	300~329nm	1.011	1.020	1.018	1.016	≤2.3
	330~350nm	0.320	0.317	0.326	0.321	≤0.8
11	粘度指数 Viscosity index	156	159	157	157	不作要求

抗氧化等性能,添加剂应该控制水分等等。本实验研究的高粘度食品机械润滑油,只对其常规主要性能进行分析,一些特殊理化性能指标,如氧化稳定性、热稳定性、抗泡性、挤压耐磨性、抗乳化性等,还需要进行深入分析测试,并且还需要在食品机械上试用来验证和进一步优化配方。

#### 参考文献:

- [1] GB 8272-2009 食品添加剂:蔗糖脂肪酸酯[S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局和中国国际标准化管理委员会, 2009.
- [2] GB 12494-1990 食品机械白油[S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 1990.
- [3] GB/T 21121-2007/ISO 6886:2006 动植物油脂氧化稳定性的测定(加速氧化测试)[S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局和中国国际标准化管理委员会, 2007.
- [4] GB/T 1995-1998 石油产品粘度指数算法[S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 1998.
- [5] 张万福. 食品乳化剂[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1993:219, 221-223.

(责任编辑:邓大玉)