

## 风险监测

## 2009—2014年马鞍山市食品中李斯特菌污染状况调查

汪永禄<sup>1</sup>, 王艳<sup>2</sup>, 陶勇<sup>1</sup>, 王利<sup>1</sup>, 叶长芸<sup>2</sup>(1. 安徽省马鞍山市疾病预防控制中心, 安徽 马鞍山 243000; 2. 中国疾病预防控制中心  
中心传染病预防控制所 传染病预防控制国家重点实验室, 北京 102206)

**摘要:**目的 了解马鞍山市食品中李斯特菌污染状况。方法 2009年1月至2014年12月,对马鞍山市部分餐饮店、超市及零售市场中的12类食品(包括畜肉、禽肉、鱼虾、动物内脏、熟食制品、蔬菜、米面制品、豆制品、禽蛋、果汁、乳制品、冷饮)进行随机抽样,共采集2372份样品进行李斯特菌分离检测,并对检出的单增李斯特菌进行了毒力基因检测。结果 2372份样品中332份存在李斯特菌,检出率为14.00%,其中畜肉检出率为25.15%(82/326),禽肉为23.98%(82/342),鱼虾为16.20%(104/642),动物内脏为11.66%(26/223),熟食为8.49%(31/365),蔬菜为2.88%(4/139),米面制品为2.20%(2/91),豆制品为1.33%(1/75),各类食品李斯特菌检出率比较,差异有统计学意义( $\chi^2=65.64, P<0.05$ ),禽蛋、果汁、乳制品、冷饮中未检出李斯特菌。2009年李斯特菌的检出率最高(23.97%, 70/292),其次分别为2011年(15.62%, 67/429),2012年(15.36%, 49/319),2014年(11.65%, 48/412),2013年(11.11%, 47/423),2010年(10.26%, 51/497),各年度食品中李斯特菌检出率比较差异有统计学意义( $\chi^2=26.80, P<0.05$ )。对检出的48株单增李斯特菌进行6个毒力基因(*hly*、*prfA*、*plcB*、*inlA*、*actA*和*iap*)的聚合酶链式反应(PCR)检测,结果显示所有分离菌株均具有6个毒力基因。结论 马鞍山市食品存在不同程度的李斯特菌污染,具有食源性李斯特菌感染疾病暴发的潜在风险,应加强监督监测,预防李斯特菌所引起的食源性疾病发生。

**关键词:**李斯特菌; 污染状况; 毒力基因; PCR; 食源性致病菌; 食品污染物; 食品安全

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2017)06-0740-05

DOI:10.13590/j.cjfh.2017.06.021

The investigation of *Listeria* species in food products in Maanshan during 2009 to 2014WANG Yong-lu<sup>1</sup>, WANG Yan<sup>2</sup>, TAO Yong<sup>1</sup>, WANG Li<sup>1</sup>, YE Chang-yun<sup>2</sup>

(1. Maanshan Center for Disease Control and Prevention, Anhui Maanshan 243000, China;

2. State Key Laboratory of Infectious Disease Prevention and Control, National Institute for Communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China)

**Abstract: Objective** The aim of this study was to determine the prevalence of *Listeria* species in food products in Maanshan, Anhui Province. **Methods** From January 2009 to December 2014, a total of 2372 food products, including meat, poultry, fishes, shrimps, animal viscera, cooked food, vegetables, flour products, bean products, eggs, juice, dairy products and ice creams, were randomly collected from restaurants, supermarkets and retail markets in Maanshan. *Listeria* spp. strains were isolated according to GB 4789.30-2010 method. Furthermore, all the *Listeria monocytogenes* were examined for the presence of virulence genes. **Results** Out of 2372 tested samples, 332 (14.00%) were contaminated with *Listeria* spp., of which 25.15% (82/326) were isolated from meats, 23.98% (82/342) from poultry meats, 16.20% (104/642) from fishes and shrimps, 11.66% (26/223) from animal viscera, 8.49% (31/365) from cooked food, 2.88% (4/139) from vegetables, 2.20% (2/91) from flour products and 1.33% (1/75) from bean products. There was no *Listeria* spp. isolated in eggs, juice, dairy products and ice creams. The highest prevalence of *Listeria* spp. occurred in 2009 (23.97%, 70/292), followed by 2011 (15.62%, 67/429), 2012 (15.36%, 49/319), 2014 (11.65%, 48/412), 2013 (11.11%, 47/423) and 2010 (10.26%, 51/497). The difference of the prevalence rates of *Listeria* for different years were statistically significant ( $\chi^2=26.80, P<0.05$ ). Six virulence genes, including *hly*, *prfA*, *plcB*, *inlA*, *actA* and *iap*, were observed in all of the *L. monocytogenes* isolates. **Conclusion** There were different contamination levels of *Listeria* in different food and years in Maanshan. This study revealed the potential risk of foodborne

收稿日期:2017-09-15

作者简介:汪永禄 男 副主任检验师 研究方向为微生物检验 E-mail:mas\_wyl@163.com

通信作者:叶长芸 女 研究员 研究方向为病原生物学 E-mail:yechangyun@icdc.cn

disease outbreak caused by *L. monocytogenes*. Persistent surveillance on the contamination of *Listeria* spp. in food products should be strengthened to prevent foodborne listeriosis.

**Key words:** *Listeria*; contamination status; virulence genes; PCR; foodborne pathogen; food contamination; food safety

李斯特菌(*Listeria*)在自然界广泛存在,对多种食品均有不同程度的污染,与其他致病菌比较,其具有独特的生物学特性,可以在不同条件下生长。该菌引起的临床症状包括胃肠症状、发热症状,以及脑膜炎、脑脊髓炎和肿块的形成<sup>[1]</sup>。随着社会快速发展,由微生物危害导致的食源性疾病不断增加,为了解马鞍山市市售食品中李斯特菌的污染情况,对其进行了调查分析,以评估食源性李斯特菌病发生的风险。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 采样原则

马鞍山市属于江南水乡,有众多大小不等的水产养殖基地、家禽家畜养殖场等,产品除销售到本地城区外,还销往周边城市,为了避免偏倚,采样时按照产品的生产规模确定采样量,采集有代表性的样品,每种类别的样品采样点分布到市辖所属的3区3县,每个区(县)分别选择2个农贸市场、2个综合超市、3~4个水产养殖基地和家禽家畜养殖场、2家宾馆饭店采集食品。散装食品采样量要求为500 g(ml),定型包装食品采集同一批号,采样量要求为不得少于1 000 g(ml)。

#### 1.1.2 样品来源

2009年1月—2014年12月每季度对马鞍山市采集监测点内的农贸市场、超市、宾馆饭店、养殖场基地等进行采样,共采集鱼虾642份、熟食制品(熟肉、凉拌菜)365份、禽肉342份、畜肉326份、动物内脏223份、蔬菜139份、米面制品91份、豆制品75份、禽蛋49份、果汁47份、冷饮41份和乳制品32份,共计2 372份。所有样品由专业人员按照无菌要求采样,无菌包装。样品采集后于4℃保存,8 h内送达实验室检测。

#### 1.1.3 主要仪器与试剂

茶啉酮酸、吡啶黄素、李氏增菌肉汤 LB(LB1、LB2)、脑心浸液、PALCAM 琼脂、三糖铁琼脂、SIM 琼脂均购自北京陆桥技术有限责任公司,科玛嘉李斯特显色培养基(英国 Oxoid),GPI 鉴定卡及 API 李斯特菌生化试剂条均购自法国梅里埃,脱氧核糖核酸(DNA)提取试剂盒(北京天为时代科技有限公司),聚合酶链反应(PCR)试剂盒(大连宝生物有限公司),琼脂糖(上海普洛麦格生物制品有限公司)。所有试剂均在有效期内,并定期做培养基质量控制。

## 1.2 方法

### 1.2.1 李斯特菌分离与鉴定

参照 GB 4789.30—2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 单核细胞增生李斯特氏菌检验》<sup>[2]</sup>进行分离检测。对可疑菌落转种三糖铁琼脂斜面37℃培养24 h后,对底层斜面均产酸、不产气的菌株做触酶试验,阳性菌以 VITEK-32 和 API 李斯特菌生化检测试剂条进行李斯特菌种的鉴定。同时,将菌体接种到 SIM,观察 H<sub>2</sub>S 产生情况。

### 1.2.2 DNA 模板的提取及毒力因子检测

单增李斯特菌(*Listeria monocytogenes*)均接种于脑心肉汤增菌液,37℃过夜培养。培养物用 DNA 提取试剂盒按操作说明进行染色体 DNA 的提取,然后进行毒力基因的 PCR 扩增。PCR 反应体系中含 10 × 缓冲液(含 Mg<sup>2+</sup>)2 μl、上下游引物(10 mmol/L)各 1 μl、dNTPs(10 mmol/L)1 μl、Taq 酶 0.25 U 及模板 DNA,用无菌水补足至 20 μl。PCR 反应条件为 94℃ 预变性 5 min;94℃ 变性 1 min,56℃ 退火 1 min,72℃ 延伸 1 min,30 次循环;72℃ 延伸 10 min(*prfA* 的退火温度为 52℃)。将扩增产物加入含 EB 的 1.0% 琼脂糖凝胶进行电泳后检测。引物序列见表 1,由上海生物工程技术有限公司合成。

表 1 单增李斯特菌毒力因子检测引物

Table 1 Primers used for the detection of virulence genes in *L. monocytogenes*

基因	Genbank 序列号	上、下游引物(5'-3')	产物长度/bp
<i>prfA</i>	X61210	上游:CCCAAGTAGCAGGACATGC	571
		下游:ATCACAAAGCTCACGAG	
<i>plcB</i>	X59723	上游:ACCTGCCAAAGTTTCTGT	795
		下游:AGTGTCTAGTCTTTCCGG	
<i>hly</i>	DQ054589	上游:ACGCGATAAATACATTAGTG	372
		下游:AATAAACTTGACGGCCATAC	
<i>actA</i>	AY512502	上游:GCAGCGACAGATAGCGAAGA	472
		下游:CAGTCAACCGCTACGAAGAC	
<i>iap</i>	DQ054587	上游:TTTCCTAAAGCGGTATCTC	205
		下游:AGCCGTGGATGTTATCGTAT	
<i>inlA</i>	AF497168	上游:CCGCACTCACTAAGTTAGAG	580
		下游:GTTGTTCTTTGCCCTGCAC	

## 1.3 统计学分析

利用 Excel 建立数据库,应用 SPSS 17.0 软件进行统计分析,采用  $\chi^2$  检验,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 李斯特菌检出情况

12类2372份食品样品中,有332份样品检出李斯特菌,其中检出单增李斯特菌48株(2.02%);检出英诺克李斯特菌(*Listeria innocua*)268株(11.30%);检出韦氏李斯特菌(*Listeria welshimeri*)10株(0.42%);检出格氏李斯特菌(*Listeria grayi*)5株(0.21%);检出塞氏李斯特菌(*Listeria seeligeri*)1株(0.04%);未检出其他种的李斯特菌。332份阳性样品均为每份样品中只检出一种李斯特菌,没有同一份样品检出2种及以上的李斯特菌。

### 2.2 不同食品中李斯特菌的检出情况

在12类食品样品中,以畜肉类中李斯特菌检出率最高(25.15%,82/326);其次为禽肉、鱼虾、动物内脏、熟食、蔬菜、米面制品和豆制品,分别为23.98%(82/342)、16.20%(104/642)、11.66%(26/223)、8.49%(31/365)、2.88%(4/139)、2.20%(2/91)和1.33%(1/75),检出率差异有统计学意义( $\chi^2=65.64, P<0.05$ )。而在禽蛋、果汁、乳制品、冷饮等4类食品中,未检出李斯特菌。其中禽肉和畜肉中单增李斯特菌的检出率高于其他食品种类,分别为4.39%(15/342)和3.99%(13/326),见表2。

表2 各类食品中李斯特菌和单增李斯特菌的检出情况

样品种类	样品份数	李斯特菌		单增李斯特菌	
		阳性份数	检出率/%	阳性份数	检出率/%
畜肉	326	82	25.15	13	3.99
禽肉	342	82	23.98	15	4.39
鱼虾	642	104	16.20	10	1.56
动物内脏	223	26	11.66	2	0.90
熟食	365	31	8.49	8	2.19
蔬菜	139	4	2.88	0	0.00
米面制品	91	2	2.20	0	0.00
豆制品	75	1	1.33	0	0.00
禽蛋	49	0	0.00	0	0.00
果汁	47	0	0.00	0	0.00
乳制品	32	0	0.00	0	0.00
冷饮	41	0	0.00	0	0.00
合计	2372	332	14.00	48	2.02

### 2.3 不同种类食品中李斯特菌的时间分布情况

不同种类食品在不同年份的李斯特菌的检出率有所不同,畜肉、禽肉和鱼虾在4个年份(2009、2010、2013、2014年)中均为李斯特菌阳性的前3位食品,其中畜肉在6个年份中均为李斯特菌阳性的前3位食品之一。熟食在2009、2011、2012年份中李斯特菌的检出率也相对较高。不同食品在不同年份的李斯特菌检出情况见表3。

表3 2009—2014年马鞍山市不同种类食品中李斯特菌检测情况(%)

Table 3 Prevalence of *Listeria* spp. in different food products in Maanshan during 2009 to 2014

样品种类	2009	2010	2011	2012	2013	2014
鱼虾	21.74(20/92)	10.24(13/127)	17.24(20/116)	17.91(12/67)	16.54(22/133)	15.89(17/107)
畜肉	40.98(25/61)	23.38(18/77)	18.60(8/43)	25.00(8/32)	18.60(8/43)	21.43(15/70)
禽肉	36.36(20/55)	25.81(16/62)	40.35(23/57)	15.79(6/38)	11.59(8/69)	14.75(9/61)
禽蛋	0.00(0/11)	0.00(0/8)	0.00(0/24)	0.00(0/2)	0.00(0/1)	0.00(0/3)
动物内脏	0.00(0/22)	0.00(0/19)	14.89(7/47)	18.75(6/32)	9.52(6/63)	17.50(7/40)
熟食	17.86(5/28)	1.54(1/65)	28.57(8/28)	13.33(14/105)	5.88(3/51)	0.00(0/88)
蔬菜	0.00(0/9)	2.78(2/72)	4.00(1/25)	9.09(1/11)	0.00(0/9)	0.00(0/13)
豆制品	0.00(0/9)	4.55(1/22)	0.00(0/35)	0.00(0/1)	0.00(0/5)	0.00(0/3)
果汁	0.00(0/5)	0.00(0/15)	0.00(0/24)	—	—	0.00(0/3)
乳制品	—	0.00(0/18)	0.00(0/7)	0.00(0/4)	—	0.00(0/3)
冷饮	—	0.00(0/12)	—	—	0.00(0/29)	—
米面制品	—	—	0.00(0/23)	7.41(2/27)	0.00(0/20)	0.00(0/21)
合计	23.97(70/292)	10.26(51/497)	15.62(67/429)	15.36(49/319)	11.11(47/423)	11.65(48/412)

注:—表示未采集样品

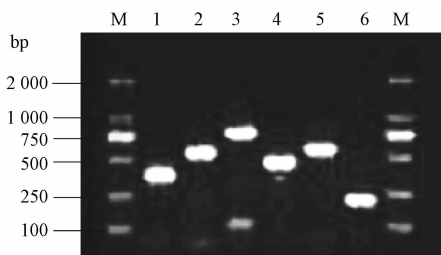
### 2.4 48株单增李斯特菌的6个毒力基因检测结果

对48株单增李斯特菌分离株进行6个毒力基因(*hly*、*prfA*、*plcB*、*inlA*、*actA*和*iap*)的PCR扩增,结果均为阳性,提示这48株单增李斯特菌分离菌株具有致病特性,见图1。

## 3 讨论

李斯特菌是广泛分布于自然界的重要人畜共患病病原菌。近年来,李斯特菌病已成为全球性的食源性疾病而在国际上引起高度重视。早在20世

纪90年代单增李斯特菌就被世界卫生组织(WHO)列为食品中4大食源性致病菌之一,并作为食源性致病菌重点监测对象之一<sup>[3]</sup>。本次调查结果显示,12类2372份食品中,检出李斯特菌阳性的为332份,鱼虾、畜肉、禽肉、熟食、动物内脏、蔬菜、米面制品和豆制品等8类食品中均有检出。本研究共检测到4种李斯特菌,按检出率的高低依次分别为英诺克李斯特菌(11.30%)、单增李斯特菌(2.02%)、韦氏李斯特菌(0.42%)、格氏李斯特菌(0.21%)和塞氏李斯特菌(0.04%),与张秀丽等<sup>[4]</sup>



注:M:DNA 相对分子量标准(DL2000);1:*hly* 扩增产物;  
2:*prfA* 扩增产物;3:*plcB* 扩增产物;4:*actA* 扩增产物;  
5:*inlA* 扩增产物;6:*iap* 扩增产物

图1 6个毒力基因的PCR产物

Figure 1 Products of PCR for six virulence genes

报道的对河南省713份食品李斯特菌的检出情况相似。通过监测发现,马鞍山地区食品中存在不同程度的李斯特菌污染,生肉(畜肉和禽肉)和动物性水产品(鱼虾等)是主要的污染食品,在2009、2010、2013、2014年均李斯特菌污染率排前3位的食品。提示生肉制品和动物性水产品加工、贮存、销售过程中易受到李斯特菌污染。同时由于李斯特菌对不良环境具有较强的耐受性,可在4℃生长繁殖,具有嗜冷特性,可在pH=5~8条件下生长,能耐受10%的高盐浓度环境<sup>[5]</sup>,应对其在食品中的污染引起重视。

当前,随着人们生活习惯的改变,熟食制品的消费越来越多,尤其是夏秋高温季节。李斯特菌最适生长温度为30~37℃,加之夏秋季节人体肠道的防御功能有所下降,对李斯特菌的易感性增强。本次调查的365份熟食中,31份检出李斯特菌,检出率为8.49%,而单增李斯特菌的阳性分离率达到2.19%(8/365),且均携带重要的毒力基因,具有致病特性。提示在熟食烹饪、储藏和销售环节中存在单增李斯特菌的污染,可能与生熟用具不分、缺乏有效的管理措施有关,因此,有关部门应加强熟食制品的原料来源、加工、储藏和销售环节的卫生监管,防止交叉污染和食源性李斯特菌病的发生。

李斯特菌属现报道分为17个种,其中常见的菌种包括单增李斯特菌、伊氏李斯特菌(*L. ivanovii*,又称绵羊李斯特菌)、英诺克李斯特菌(又称无害李斯特菌)、韦氏李斯特菌、塞氏李斯特菌、格氏李斯特菌。目前,除单增李斯特菌和伊氏李斯特菌外,其他4种李斯特菌被认为没有致病性,极少有引起食源性疾病的报道。但是,有报道英诺克李斯特菌、塞氏李斯特菌和格氏李斯特菌可引起人严重的菌血症、化脓性脑膜炎和眼结膜炎,而且英诺克李斯特菌常伴随单增李斯特菌出现,被视为后者的指示菌<sup>[6]</sup>。这提示除单增李斯特菌

外,其他菌种的李斯特菌也可能对人群健康存在潜在威胁。本次调查英诺克李斯特菌在食品中的污染率达11.30%,说明马鞍山地区食品中污染李斯特菌的情况较为普遍,有关部门应加强对食品生产、存储、运输及销售等各个环节的卫生监督,减少食品污染机会,从而降低人群感染李斯特菌的风险。

单增李斯特菌是引起动物和人类疾病的重要食源性致病菌,属于胞内寄生菌,能在巨噬细胞、上皮细胞、内皮细胞和肝细胞内增殖。通过检测单增李斯特菌的毒力基因,可以了解这些基因在食品中单增李斯特菌的污染情况,为预防食源性疾病暴发提供科学的指导依据。*hly*基因是单增李斯特菌重要的毒力基因,其编码的毒力因子LLO是一种穿孔毒素,可溶解大多数哺乳动物的红细胞,破坏吞噬体、抑制巨噬细胞递呈抗原、促进菌体进入细胞,是细菌得以在胞液内增殖的先决条件,该基因的缺失将导致细菌毒力的全部丧失<sup>[5]</sup>。*prfA*是一个调控基因,对多个毒力基因表达进行正向调控,它的缺失将直接使单增李斯特菌的毒力缺失<sup>[7]</sup>;*plcB*产生磷脂酰胆碱磷脂酶,帮助细菌在宿主细胞间扩散<sup>[8]</sup>;*inlA*是内化素家族的成员,它与单增李斯特菌的侵袭力有关<sup>[9]</sup>;*actA*表达肌动蛋白聚集蛋白,是单增李斯特菌的动力来源,它的缺失将使单增李斯特菌失去动力<sup>[10]</sup>;*iap*产生P60蛋白,是单增李斯特菌的重要抗原,与单增李斯特菌的毒力密切相关<sup>[11]</sup>。本次调查从禽肉、畜肉、熟食、鱼虾、动物内脏中分离到的48株单增李斯特菌均携带*hly*、*prfA*、*plcB*、*inlA*、*actA*和*iap*六个重要的毒力因子,提示其具有致病特性,可引起食源性疾病的发生。

本次持续6年的调查发现,马鞍山地区食品中李斯特菌的污染范围较广,并检出致病性的单增李斯特菌,具有导致马鞍山地区居民发生食源性李斯特菌病的风险,以及潜在的感染暴发的可能性,应引起相关部门的高度重视,加强食品中的病原学监测和风险因素控制。

## 参考文献

- [1] 李长青,邵占涛,李颖,等. 2013—2014年北京顺义区熟肉制品中单核细胞增生李斯特菌致病因子检测分析[J]. 实用预防医学, 2015, 22(8): 936-937, 1006.
- [2] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 单核细胞增生李斯特氏菌检验: GB 4789.30—2010[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [3] 吴蜀豫,李迎惠,冉陆,等. 中国2001年11省(市)食品中李斯特菌污染状况的主动监测[J]. 中华流行病学杂志, 2003, 24(8): 13-16.
- [4] 张秀丽,廖兴广,张丁,等. 河南省李斯特氏菌群特征和

- 生态分布的研究[J]. 河南医学研究, 2001, 10(1): 71-76.
- [5] 牛华星, 肖永霞, 尹旭升, 等. 单核细胞增多性李斯特菌的毒力因子及检测研究进展[J]. 畜牧与饲料科学, 2009, 30(1): 6-8.
- [6] 陈健舜, 江玲丽, 方维焕. 李斯特菌毒力因子及其进化[J]. 微生物学报, 2007, 47(4): 738-742.
- [7] FREITAG N E, RONG L, PORTNOY D A. Regulation of the *prfA* transcriptional activator of *Listeria monocytogenes*: multiple promoter elements contribute to intracellular growth and cell-to-cell spread[J]. Infect Immun, 1993, 61(6): 2537-2544.
- [8] SCHLUTER D, DOMANN E, BUCK C, et al. Phosphatidylcholine-specific phospholipase C from *Listeria monocytogenes* is an important virulence factor in murine cerebral listeriosis[J]. Infect Immun, 1998, 66(12): 5930-5938.
- [9] KIM H, MARQUIS H, BOOR K J. SigmaB contributes to *Listeria monocytogenes* invasion by controlling expression of *inlA* and *inlB*[J]. Microbiology, 2005, 151(Pt 10): 3215-3222.
- [10] RAFELSKI S M, THERIOT J A. Mechanism of polarization of *Listeria monocytogenes* surface protein ActA [J]. Mol Microbiol, 2006, 59(4): 1262-1279.
- [11] KUHN M, GOEBEL W. Identification of an extracellular protein of *Listeria monocytogenes* possibly involved in intracellular uptake by mammalian cells[J]. Infect Immun, 1989, 57(1): 55-61.

(上接第715页)

### 九、二氯二甲基硅烷与二氧化硅的反应产物

(一)背景资料。申报物质为白色粉末, 无味, 密度约  $2 \text{ g/cm}^3$ , 不溶于水。该物质已被列入 GB 9685 中, 用作聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 塑料和聚丙烯 (PP) 塑料的添加剂, 本次申请将其使用范围扩大至聚偏氟乙烯 (PVDF) 塑料中。欧盟委员会、瑞士联邦政府均批准该物质用于食品接触用塑料材料及制品。

(二)工艺必要性。申报物质用作 PVDF 中空纤维膜生产过程中的加工助剂, 由于申报物质表面被化学修饰, 使得二氧化硅间的团聚减少, 可以均匀地分散在 PVDF 中, 从而使 PVDF 形成均一的多孔结构纤维膜。

(三)使用注意事项。该物质在 PVDF 材料及制品生产中仅作为加工助剂使用。利用该物质所生产的 PVDF 材料及制品与食品接触温度应低于  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

### 十、2-甲基-2-丙烯酸乙酯与 2-丙烯腈和 2-丙烯酸的聚合物

(一)背景资料。该物质常温下为液态, 完全溶解于水。美国食品药品监督管理局和欧洲委员会允许该物质用于食品接触用涂料及涂层。

(二)工艺必要性。该物质作为涂料的主要成膜物质, 是涂料体系的基本组成部分。

十一、山梨酸、双酚 A、环氧树脂、苯乙烯、甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸、甲基丙烯酸、丙烯酸乙酯和部分中和的二甲基乙醇胺的共聚物

(一)背景资料。该物质常温下为液态, 完全溶解于水。美国食品药品监督管理局和欧洲委员会允许该物质用于食品接触用涂料及涂层。

(二)工艺必要性。该物质作为涂料的主要成膜物质, 是涂料体系的基本组成部分。

(三)使用注意事项。不得用于生产婴幼儿专用食品接触材料及制品。

### 十二、无定形碳化碳

(一)背景资料。该产品是采用微波等离子技术, 以乙炔气体为碳源, 在聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 容器内壁表面沉积的无定形碳氢涂层。美国食品药品监督管理局和加拿大卫生部批准其用作 PET 塑料的内壁涂层。

(二)工艺必要性。涂布在 PET 容器内表面的无定形碳氢涂层, 具有良好的空气阻隔性能, 可提升 PET 容器对氧气和二氧化碳的阻隔性能, 延长食品的保质期。

(三)使用注意事项。采用微波等离子技术, 以乙炔气体为碳源涂布于 PET 容器表面的涂层, 涂层厚度不得超过  $0.15 \text{ mm}$ , 使用温度不得超过  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

(相关链接: <http://www.nhfpc.gov.cn/sps/s3586/201710/dd9f325323ee4e289deae131fc046422.shtml>)