

奶粉中阪崎肠杆菌的风险评估

袁 飞¹, 徐宝梁^{1,*}, 任发政², 陈 颖¹, 赵贵明¹

(1. 中国检验检疫科学研究院食品安全所, 北京 100025;

2. 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 教育部、北京市功能乳品重点实验室, 北京 100083)

摘 要: 阪崎肠杆菌能引起脑膜炎、NEC 和菌血症等, 约 2.5%~14% 婴儿配方奶粉含有阪崎肠杆菌, 0%~12% 的普通奶粉含有阪崎肠杆菌, 含量从 0.36~66.0cfu/100g。婴幼儿奶粉中的阪崎肠杆菌问题已受到了全世界的普遍关注。本文基于大量研究和调查数据, 从奶粉中阪崎肠杆菌的危害识别、奶粉中阪崎肠杆菌的暴露评估、奶粉中阪崎肠杆菌危害特性以及阪崎肠杆菌的检测方法等方面客观地对奶粉中阪崎肠杆菌进行风险评估, 并对降低我国婴儿配方奶粉中阪崎肠杆菌风险提出建议。

关键词: 奶粉; 阪崎肠杆菌; 风险评估

Risk Assessment of *Enterobacter sakazakii* in Milk Powder

YUAN Fei¹, XU Bao-ling^{1,*}, REN Fa-zheng², CHEN Ying¹, ZHAO Gui-ming¹

(1. Food Safety Institute, Chinese Academy of Inspection and Quarantine, Beijing 100025, China

2. College of Food Science and Nutritional Engineering, Chinese Agricultural University, Beijing 100061, China)

Abstract: *Enterobacter sakazakii* in milk powder cause bacteraemia, necrotizing enterocolitis (NEC) and infant meningitis in neonates. *E. sakazakii* was found in 2.5%~14% of infant formula milk powder, and 0%~12% of milk powder, with the amount of 0.36~66.0cfu/100g. The problem of *E. sakazakii* in infant formula has caused attentions of the people all over the world, and *E. sakazakii* was researched in many laboratories. This paper summarized our knowledge to date, and presented a risk assessment. The risk assessment includes hazard identification, exposure assessment, hazard characterization and risk characterization of *E. sakazakii* in milk powder.

Key words: milk powder; *Enterobacter sakazakii*; risk assessment

中图分类号 TS201.6

文献标识码 A

文章编号 1002-6630(2005)11-0261-05

阪崎肠杆菌是一种有周生鞭毛, 能运动, 无芽孢, 兼性厌氧的革兰氏阴性杆菌, 在 1980 年以前, 阪崎肠杆菌称为黄色阴沟肠杆菌^[1], 对它的研究不多。但是随着一系列与该细菌相关的重大感染事件的暴发, 使人们逐渐关注阪崎肠杆菌^[2,3]。目前食品中的阪崎肠杆菌问题已受到了全世界的普遍关注, 许多实验室都在对该菌进行重点研究, 以便建立科学的政策与控制措施。

自 1997 年国际食品法典委员会(Codex alimentarius commission CAC)制定了《微生物风险评价的原则和指南》的国际标准以来, 食品安全微生物风险分析成为当前国际社会普遍应用进行食品安全管理的有效工具之一^[4,5]。应用食品安全微生物风险分析手段对奶粉中阪崎肠杆菌进行风险分析, 将有利于更好地对奶粉进行安全

管理。本文基于大量国外的和国内少量现有的研究和调查数据, 客观地提出奶粉中阪崎肠杆菌风险评估报告, 将为我国相关部门制定奶粉食品安全政策提供科学依据, 对确保我国奶粉安全具有重要的意义。

1 奶粉中阪崎肠杆菌的危害识别

1.1 阪崎肠杆菌是奶粉中危害健康的生物因素之一

1961 年, Urmenyi 和 Franklin 首次报道两例由阪崎肠杆菌引起的新生儿脑膜炎以后, 从感染病人的脑脊髓液、血液、骨髓、唾液、尿液、发炎的阑尾、肠道、呼吸道、眼睛、耳朵、创伤和排泄物等中分离到阪崎肠杆菌^[6]。1993~1997 年, 从北京协和医院、北京朝阳医院、北京医院等 5 家教学医院住院患者的呼吸

收稿日期: 2005-07-29

基金项目: 科技部社会公益项目(2004DIA2J004)

作者简介: 袁飞(1974-), 女, 博士后, 研究方向为食品微生物学。

道、尿道、血液、皮肤软组织等部位也分离出42株阪崎肠杆菌^[7]。

第一个将阪崎肠杆菌与婴儿配方奶粉联系起来的是Muytjens等^[8]，Muytjens等研究荷兰的8例新生儿髓膜炎和败血症时，从冲调奶粉的器具中分离出阪崎肠杆菌。随后，世界各地发生了多起阪崎肠杆菌引起的疾病暴发。冰岛报道了3例婴儿配方奶粉引起感染阪崎肠杆菌^[9]。接着，美国田纳西州发生了4例阪崎肠杆菌感染婴儿^[10]，从病人的排泄物、配方奶粉和搅拌器中都分离到了阪崎肠杆菌，并具有相同的生物型，抗菌谱和原生质谱。1998年，Van Acker等^[2]描述了12例婴儿坏死性小肠结肠炎的情形，奶粉中分离到的菌株与病人的AP-PCR图谱一致。2001年，田纳西州一个新生儿加护中心发生了10例阪崎肠杆菌感染^[11]引起脑膜炎，从同品牌的同一批次婴儿配方奶粉产品中培养到了阪崎肠杆菌，生产该奶粉的公司召回了这批产品。随后在美国由于阪崎肠杆菌污染引起的婴儿配方奶粉召回有2002年11月和2003年1月。2004年，我国安徽阜阳发生劣质奶粉引发“大头娃娃”事件，从87份阜阳劣质奶粉样品中检测到11例阪崎肠杆菌阳性样品^[12]。

这些研究表明，奶粉中阪崎肠杆菌，尤其是新生儿配方奶粉中的阪崎肠杆菌是危害健康的一种重要生物因素。

1.2 阪崎肠杆菌可在生产至食用的整个过程中存活

阪崎肠杆菌生物特性研究表明，阪崎肠杆菌能在生产至食用的整个过程中存活，从而容易造成生成过程中的污染并进而引起致病。

阪崎肠杆菌能在很宽的温度范围内生长(6~47℃)^[13]，本实验室分离到的阪崎肠杆菌生长温度范围为8~46℃(未发表数据)。阪崎肠杆菌在10、18、21、37℃温度时的代时分别是13.6、2.9、1.3、0.5h，可见，阪崎肠杆菌相对于其他的肠杆菌科细菌生长范围更广，并且迟滞时间和代时更短。因此冲调好的奶粉中如果含有少量的阪崎肠杆菌(1cfu/ml)，在较短时间内就能增殖到10⁷cfu/ml^[13]，从而威胁健康。

不同阪崎肠杆菌菌株耐高温能力相差很大^[15,16]，Nazarowec-White和Farber^[14]发现阪崎肠杆菌在配方奶粉中D₆₀为2.5min，并且72℃仍能存活，说明该微生物非常耐热；Edelson-Mammel和Buchanan发现阪崎肠杆菌D₅₈为30.5~591.9s，因此阪崎肠杆菌可能具有热敏感和热耐受两种表现型。在配方奶粉生产过程中的脱水过程的温度为130~160℃，但是乳直接受热温度只有40~45℃，没有超过60℃。这就可以解释这种微生物能在配方奶粉生产过程中的脱水后存活下来。Edelson-Mammel和Buchanan研究表明用温度高于70℃的水冲调奶粉，奶粉中阪崎肠杆菌量减少大于4个数量级，而用低于70℃

的水冲调奶粉，奶粉中多数阪崎肠杆菌能存活^[15,16]。该结果对如何在奶粉食用过程中降低阪崎肠杆菌污染具有一定的参考作用。

Nazarowec-White和Farber研究发现阪崎肠杆菌无法在4℃生长，并在4℃冰箱储存过程中开始死亡^[13]。本实验室研究表明有些阪崎肠杆菌菌株4℃储存一定时间后死亡，而有些菌株则能在4℃存活3个月以上(未发表数据)。因此，我们推测可能不同阪崎肠杆菌对低温也可能象对高温一样表现出不同的耐受表现型，这些还需要进一步进行研究。

由于阪崎肠杆菌细胞中累积海藻糖，因此固相的阪崎肠杆菌比沙门氏菌和其他肠杆菌科细菌更耐受渗透和干燥胁迫。对干燥的高耐受性，使阪崎肠杆菌在奶粉厂等干燥环境中存在竞争优势，因此增加污染奶粉的可能性^[17]。

阪崎肠杆菌能在长达24个月的配方奶粉的货架期中存活下来，可能由于这种微生物能产生一种保护层。阪崎肠杆菌能形成菌毛结构^[17]，这种结构除了帮助细菌感染外，还帮助细菌形成共生集合体，帮助细菌共同对付抗生素的杀伤，并使得阪崎肠杆菌非常容易黏附在各种表面。从而使得阪崎肠杆菌能黏附在表面并且形成一层生物膜，对清洁剂和杀菌试剂具有更强的抵抗力。因此一旦阪崎肠杆菌引起了污染，很难将阪崎肠杆菌彻底清除。阪崎肠杆菌形成生物膜后，除了对清洁剂和杀菌试剂具有更强的抵抗力外，可能其他一些理化性状也都发生了改变，还需要进一步研究。

阪崎肠杆菌的不同菌株在酸性环境中的耐受性不同，有些阪崎肠杆菌菌株能在胃部酸性环境中(pH0.9~2)的存活^[17]，而有些阪崎肠杆菌菌株死亡，这可能与不同菌株致病性差异有关，但还需要进一步研究。

如此宽的存活温度范围及对干燥、酸性环境等的耐受，使阪崎肠杆菌能在奶粉加工、储存、冲调、人胃部，这样一个完整的过程中存活下来，从而造成生成过程中的污染并进而引起致病。

1.3 奶粉中阪崎肠杆菌的来源和传播渠道

阪崎肠杆菌的传播渠道和环境中的来源还不清楚。除了奶粉外，阪崎肠杆菌从不同环境和食物中分离出来。如水，温泉，水稻种子，啤酒杯，咸肉，发酵的面包，莴苣，豆腐，酸茶，奶酪，牛肉末，香肠，蔬菜等食物中及医院空气，医疗材料，苍蝇，老鼠，土壤，根际，沉积物，湿地，粗油，切削液等环境中。由于阪崎肠杆菌并不是动物和人的正常菌群，因此土壤，水和蔬菜可能是奶粉中的阪崎肠杆菌的最初来源^[18]。有报道，阪崎肠杆菌从墨西哥果蝇、螫蝇等昆虫的内脏中分离，昆虫可能在阪崎肠杆菌的传播中起重要的作用^[19]。

从3个奶粉工厂取了152个环境样品,其中18份样品分离出了阪崎肠杆菌^[20],因此奶粉生产环境中的阪崎肠杆菌可能是奶粉中阪崎肠杆菌的直接来源。在奶粉加工过程中,在加热处理后加入配料是阪崎肠杆菌的一个来源,奶粉干燥、包装过程也容易污染阪崎肠杆菌^[21],本实验室从分离出阪崎肠杆菌的奶粉加工厂的原料中检出了阪崎肠杆菌(未发表数据)。

2 奶粉中阪崎肠杆菌的暴露评估

从奶粉中分离、检测到阪崎肠杆菌已经有数十年。Farmer等(1980)首次鉴定的阪崎肠杆菌菌株及Thornley(1960)分离到的标准菌株(NCTC8155)最初都是从奶粉中分离出来的^[6]。Muytjens等发现,来自35个国家的141种婴儿配方奶粉约14%含有阪崎肠杆菌,含量从0.36到66.0CFU/100g^[22]。这与Simmons等从配方奶粉中检测到的8CFU/100g的数值相近,该配方奶粉在一个暴发感染的新生儿监护病房中使用^[10]。Nazarowec-White和Farber测试了加拿大5家不同公司的120罐婴儿配方奶粉,发现其中6.7%含有阪崎肠杆菌,阳性样品中阪崎肠杆菌的量通常是0.36CFU/100g^[13]。Heuvelink等使用25g量检测,发现1/40的婴儿配方奶粉和7/170的奶粉中有阪崎肠杆菌。Nazarowec-White和Farber从5家奶粉厂生产的奶粉中分离出阪崎肠杆菌的比率为0%~12%。由于奶粉不是商业无菌产品,所有这些奶粉都符合对产品中细菌总数和大肠菌群的限量标准^[6]。2004年,我国阜阳劣质奶粉样品中污染阳性率为12.6%^[12]。

食用奶粉引起阪崎肠杆菌感染主要导致婴儿脑膜炎、坏死性小肠结肠炎和菌血症。婴儿脑膜炎发病率为0.25~1/1000,而由阪崎肠杆菌引起脑膜炎占总发病量<4%。是新生儿最常见的肠胃道疾病,肠杆菌科细菌引起坏死性小肠结肠炎占总发病量的29%,而由阪崎肠杆菌引起坏死性小肠结肠炎占总发病的比例随着近年阪崎肠杆菌分离技术的发展变得越来越大^[2]。Lai回顾1994~1999年的微生物学数据,发现3.6%的菌血症与肠杆菌科细菌有关,由于阪崎肠杆菌只在1996年进行了统计,因此阪崎肠杆菌只占菌血症的0.4%^[23]。可见,相对于发达国家人群的食源性疾病发病率在30%左右,食用奶粉引起阪崎肠杆菌感染发生的比例不高,美国食源疾病实时监测网络(FoodNet)2002年调查了阪崎肠杆菌在婴儿(小于12月)中的发病率为1/100000^[17]。我国还缺乏相应的调查数据。

阪崎肠杆菌引起所有年龄层人发病,FAO/WHO公布了阪崎肠杆菌对不同年龄人群的影响,报道公布了从1961年至今的60多例报道,其中新生儿(小于1月)约42例,婴儿(4~12月)约6例,儿童(大于12月)约5例,成人(39~82岁)约8例。从报道中可以看到,婴儿(小于

12月)属于对阪崎肠杆菌的高危人群,其中新生儿为最危险人群,尤其是早产儿和低重儿或免疫力低下新生儿。阪崎肠杆菌引起的脑膜炎中55%为低重新生儿(小于2500g),50%小于1w,几乎75%小于1月^[17]。美国食源疾病实时监测网络(FoodNet)2002年调查的阪崎肠杆菌在婴儿(小于12月)中的发病率为1/100000,而在低体重婴儿中的发病率则为8.7/100000。Lai报道的48例阪崎肠杆菌引起的婴儿感染中,39例已经证明与配方奶粉中阪崎肠杆菌有关^[17]。儿童和成年人很少感染阪崎肠杆菌,并且感染都与食品无关,病人通常患有严重的免疫低下疾病。

3 奶粉中阪崎肠杆菌危害特性描述

阪崎肠杆菌的发病率虽然不高,但导致的疾病死亡率较高。从1961年至今,在73例阪崎肠杆菌感染婴儿的报道中,有19例死亡^[19]。文献中阪崎肠杆菌感染最终的死亡率为60%;随着采用第三代头孢菌素类抗生素,阪崎肠杆菌感染的死亡率降低,采用头孢菌素类抗生素和第二代氨基糖类抗生素结合使用,效果显著^[24]。使用第三代抗生素后死亡率为14%,但是婴儿感染(小于12月)的死亡率仍为33%,早产儿或低重儿(小于2500g)的死亡率为50%。其中由阪崎肠杆菌引起的脑膜炎死亡率为45%,所有的病人康复后存在智力和身体发育迟缓,有些病人还存在突发性心脏病、大脑瘫痪等后遗症;由阪崎肠杆菌引起的坏死性小肠结肠炎死亡率为10%~55%^[17]。

Lai研究了阪崎肠杆菌抗生素敏感性,发现阪崎肠杆菌的抗药性不断增强。并且在研究奶牛场土壤中细菌的抗药性的时候发现,阪崎肠杆菌含有多重抗药性操纵子^[17]。

Nazarowec-White和Farber认为1000个阪崎肠杆菌细胞/100g为感染限量标准比较合理^[6]^[25,26]。而Havelaar和Zwietering认为含有低量阪崎肠杆菌的奶粉溶液在37℃,大约只要2h就能使超过1/1000的婴儿患病^[18],因此婴儿配方奶粉中阪崎肠杆菌应该不得检出。本实验室对奶粉中阪崎肠杆菌进行检测时发现,阪崎肠杆菌在奶粉中分布极不均匀,可能在一次取食的奶粉中集中了该袋奶粉中全部的阪崎肠杆菌,从而引起婴儿患病。

Nazarowec-White和Farber^[1]及Pagotto等^[27]采用给哺乳小鼠口服和注射阪崎肠杆菌的方法研究阪崎肠杆菌致病性,发现阪崎肠杆菌似乎产生一种类似肠毒素的化合物致病。因此,奶粉尤其是婴儿配方奶粉中阪崎肠杆菌为危害健康的生物因素。只有通过制定一整套预防性的措施,降低阪崎肠杆菌风险。

4 阪崎肠杆菌的检测方法

目前阪崎肠杆菌的检测方法分为三类,一类是传统的培养方法及其改进方法;一类是普通PCR方法;一类是实时荧光PCR方法。

传统的培养方法,以美国FDA推荐的从脱水的婴儿配方乳粉中分离和计数阪崎肠杆菌方法为代表,美国FDA(2002)推荐的方法需要5d时间,以最大可能数法(MPN)为基础,需要一共333g样品($3 \times 100\text{g}$, $3 \times 10\text{g}$, $3 \times 1\text{g}$),包括:前增菌、EE肉汤增菌、VRBG选择性培养基分离、API鉴定系统、产黄色素实验、氧化酶反应等步骤^[28]。采用的VRBG培养基选择性培养所有肠杆菌科的微生物。

在美国FDA方法的基础上,还有一些方法采用了改进的选择培养基分离、计数或通过荧光强度计数阪崎肠杆菌。根据阪崎肠杆菌菌株都具有 α -葡萄糖苷酶活性的特点^[29],在选择培养基中加入5-溴-4-氯-3-吲哚 α -D-葡萄糖苷(5-bromo-4-chloro-3-indolyl- α ,D-glucopyranoside, XaGlc)^[29]、4-甲基-伞型- α ,D-葡萄糖苷(4-methyl-umbelliferyl- α ,D-glucoside, α -MUG)^[30]、邻硝基苯- α ,D-葡萄糖苷 paranitrophenyl- α ,D-glucopyranoside(paranitrophenyl- α ,D-glucopyranoside)^[20]等产色的葡萄糖苷酶底物,显色培养基上的阪崎肠杆菌呈蓝绿色菌落,从而提高了选择性培养基的选择性、缩短了检测时间。或者根据阪崎肠杆菌使葡萄糖苷酶底物产生的荧光强度,确定阪崎肠杆菌数量^[31]。

采用普通PCR方法对阪崎肠杆菌污染进行快速筛选,对于怀疑是阪崎肠杆菌阳性样品再采用传统培养方法进行分离、鉴定。奶粉经增菌后,采用细菌基因组DNA提取试剂盒提取DNA,以提取的DNA为模板进行PCR扩增,琼脂糖凝胶电泳检测PCR产物是否有特征条带,从而对奶粉中是否污染阪崎肠杆菌进行快速筛选。引物序列为5'-GGG TTG TCT GCG AAA GCG AA-3'; 5'-GTC TTC GTG CTG CGA GTT TG-3'。扩增产物为282bp^[32]。

实时荧光PCR在普通PCR基础上,加入一条特异的寡核苷酸荧光探针。奶粉经增菌后,提取DNA,进行荧光PCR扩增,观察荧光PCR仪的实时曲线,从而对奶粉中的阪崎肠杆菌进行快速检测^[32]。

5 降低我国婴儿配方奶粉中阪崎肠杆菌风险的几点建议

降低我国婴儿配方奶粉中阪崎肠杆菌的危险性需要政府、奶粉生产者、消费者共同关注和努力,并给予充分重视。

在国际食品卫生法典委员会2004年会上,对婴幼儿配方粉中阪崎肠杆菌危险性管理的议题进行了热烈地讨论。2004年10月召开的ICMSF-中国食品安全会

议上,婴幼儿食品中的阪崎肠杆菌问题也受到了关注。目前,国际和国内相关机构都对婴儿配方奶粉中微生物危害控制的重要性有了足够的认识,在必要时将指定婴儿配方奶粉中适宜的阪崎肠杆菌微生物标准。目前,我们实验室研究的行业标准《奶粉中阪崎肠杆菌的检测方法》已经通过了审定,能用于指导检验检疫行业中婴儿配方奶粉中阪崎肠杆菌的检测。

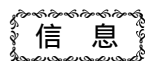
我国的奶粉生产者有责任通过改进奶粉加工工艺和改进生成环境卫生,降低奶粉中阪崎肠杆菌的浓度和存在的危险性。同时,对于婴儿等高危人群消费群,建议奶粉生产者使用液态奶替代奶粉,降低食用奶粉引起的阪崎肠杆菌感染的危险。

教育消费者严格按照配方奶粉使用说明进行操作,防止因为未采用合适温度的水冲调奶粉、或未在合适的温度储存奶粉溶液造成的阪崎肠杆菌污染和增殖,引起感染。

参考文献:

- [1] Nazarowec-White, M, Farber, J.M. Enterobacter sakazakii: a review[J]. International Journal of Food Microbiology, 1997, 34: 103-113.
- [2] Van Acker J, De Smet F, Muyldermans G, et al. Outbreak of necrotizing enterocolitis associated with Enterobacter sakazakii in powdered milk formula[J]. Journal of Clinical Microbiology, 2001, 39(1): 293-297.
- [3] Bar-Oz B, Preminger A, Peleg O, et al. Enterobacter sakazakii infection in the newborn[J]. Acta Paediatr, 2001, 90: 356-358.
- [4] 杨丽, 刘文. 食品安全微生物风险分析的原则和应用[J]. 世界标准信息, 2003, 11: 9-10.
- [5] 王大宁. 食品安全风险分析指南[M]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [6] Iversen C, Stephen F. Risk profile of Enterobacter sakazakii, an emergent pathogen associated with infant milk formula [J]. Trends in Food Science and Technology, 2003, 14: 443-454.
- [7] 徐英春, 张小江, 陈民钧, 等. 肠杆菌属的耐药调查及抗感染用药探讨[J]. 中华医院感染学杂志, 2001, 11(3): 230-232.
- [8] Muyltjens H L, Zanen H C, Sonderkamp H J, et al. Analysis of eight cases of neonatal meningitis and sepsis due to Enterobacter sakazakii [J]. Journal of Clinical Microbiology, 1983, 18: 115-120.
- [9] Biering G, Karlsson S, Clark N V C, et al. Three cases of neonatal meningitis caused by Enterobacter sakazakii in powdered milk [J]. Journal of Clinical Microbiology, 1989, 27: 2054-2056.
- [10] Simmons B P, Gelfand M S, Haas M, et al. Enterobacter

- sakazakii infections in neonates associated with intrinsic contamination of a powdered infant formula[J]. Infection Control and Hospital Epidemiology, 1989, 10: 398-401.
- [11] Himerl I, Harris E, Lorch V, et al. Enterobacter sakazakii infections associated with the use of powdered infant formula - Tennessee[J]. Morbidity Mortality Weekly Report, 2001, 51: 298-300.
- [12] 潘蓓蕾. 2005中国食品工业与科技蓝皮书[M]. 北京:中国食品学报出版社, 2005.
- [13] Nazarowec-White M, Farber J M. Incidence, survival, and growth of Enterobacter sakazakii in infant formula[J]. Journal of Food Protection, 1997, 60: 226-230.
- [14] Nazarowec-White M, Farber J M. Thermal resistance of Enterobacter sakazakii in reconstituted dried infant formula[J]. Letters in Applied Microbiology, 1997, 24: 9-13.
- [15] Breeuwer P, Lardeau A, Peterz M, et al. Desiccation and heat tolerance of Enterobacter sakazakii[J]. Journal of Applied Microbiology, 2003, 95: 967-973.
- [16] Nazarowec-White M, McKellar R C, Piyasena P. Predictive modeling of Enterobacter sakazakii inactivation in bovine milk during high-temperature short-time pasteurization[J]. Food Research International, 1999, 32: 375-379.
- [17] Lehner A, Stephan R. Microbiological, epidemiological, and food safety aspects of Enterobacter sakazakii[J]. Journal of Food Protection, 2004, 67(12): 2850-2857.
- [18] Havelaar A H, Zwietering M. On the risk of Enterobacter sakazakii in infant milk formula[J]. Trends in Food Science and Technology, 2004, 15: 99-100.
- [19] Peter M, Mrozinski M. Enterobacter sakazakii: an emerging pathogen of growing concern[J]. Food Quality, 2004, 56-60.
- [20] Kandhai M C, Reij M W, Van Puyvelde K, et al. A new protocol for the detection of Enterobacter sakazakii applied to environmental samples[J]. Journal of Food Protection, 2004, 67(6): 1267-1270.
- [21] 刘秀梅. 阪崎肠杆菌—食品安全控制的新目标[J]. 中国食品卫生杂志, 2004, 385-387.
- [22] Muygijens H L, Roelofs W H, Jaspar G H J. Quality of powdered substitutes for breast milk with regard to members of the family Enterobacteriaceae[J]. Journal of Clinical Microbiology, 1988, 26: 743-746.
- [23] Lai K K. Enterobacter sakazakii infections among neonates infants, children, and adults: case reports and a review of the literature[J]. Medicine Baltimore, 2001, 80: 113-122.
- [24] Stock I, Wiedemann B. Natural antibiotic susceptibility of Enterobacter amnigenus, Enterobacter cancerogenus, Enterobacter gergoviae and Enterobacter sakazakii strains[J]. European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases, 2002, (8): 564-578.
- [25] Block C, Peleg O, Minster N, et al. Cluster of neonatal infections in Jerusalem due to unusual biochemical variant of Enterobacter sakazakii[J]. European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Disease, 2002, 30: 33-34.
- [26] Clark N C, Hill B C, Ohara C M, et al. Epidemiologic typing of Enterobacter sakazakii in two neonatal nosocomial outbreaks[J]. Diagnostic Microbiology and Infectious Disease, 1990, 13: 467-472.
- [27] Pagotto F J, Nazarowec-White M, Bidawid S, et al. Enterobacter sakazakii: infectivity and enterotoxin production in vitro and on vivo[J]. Journal of Food Protection, 2003, 66: 370-377.
- [28] 李志勇, 王菊芳. 乳粉中坂崎肠杆菌的检测[J]. 中国乳品工业, 2004, 32(1): 51-54.
- [29] Oh S W, Kang D H. Fluorogenic selective and differential medium for isolation of Enterobacter sakazakii. Applied and Environmental Microbiology, 2004, 70(9): 5692-5694.
- [30] Leuschner R G K, Brian F, Donald B, et al. A medium for the presumptive detection of Enterobacter sakazakii in infant formula[J]. Food Microbiology, 2004, 21: 527-533.
- [31] Versena C, Druggan P, Forsythe S, et al. A selective differential medium for Enterobacter sakazakii, a preliminary study[J]. International Journal of Food Microbiology, 2004, 96: 133-139.
- [32] 奶粉中阪崎肠杆菌检测方法. 中华人民共和国出入境检验检疫行业标准[S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.



巴西研制出抗微生物剂塑料薄膜

巴西维索萨联邦大学科研人员最近开发成功一种新型食品包装材料。并可使食品延长保质期, 减少消费者防腐剂的摄入量。该大学科研人员开发的这种含有抗微生物剂的塑料薄膜, 可以在一定期限逐渐向食品内释放防腐剂, 这种不仅有效地保证了食品质量, 还可以解决保质初期消费者摄入较多防腐剂的问题。研究人员利用面包和香肠所做的试验取得了令人满意的结果。用新型包装纸包装的面包保存 15 天后仍没有孳生任何微生物, 利用同样的原理试验防腐塑料瓶, 计划开发天然防腐剂包装材料。