

综述

食源性致病菌定量风险评估的实例

陈艳 刘秀梅

(中国疾病预防控制中心营养与食品安全所,北京 100050)

摘要:定量风险评估是对某种危害造成的风险的性质和严重程度的技术评估。将这门新学科应用于食源性致病菌的研究,有利于推动风险管理 with 风险交流。介绍了沙门菌属、弧菌属、单核细胞增生性李斯特菌、大肠埃希菌 O157 H7、弯曲菌属、腊样芽孢杆菌和阪崎肠杆菌等几种重要食源性致病菌定量风险评估的应用实例。

关键词:危险性评估;评价研究;食品微生物学;食源性致病菌

Application of Quantitative Risk Assessment for Food-borne Pathogens

CHEN Yan, LIU Xiu-mei

(National Institute for Nutrition and Food Safety, Chinese CDC, Beijing 100050, China)

Abstract: Quantitative risk assessment could be the technical assessment of the nature and severity of a risk caused by a hazard. The application of quantitative risk assessment to the study of food-borne pathogens would be beneficial to the risk administration and communication. In the application of quantitative risk assessment for several important food-borne pathogens, included *Salmonella spp.*, *Vibrio spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157 H7, *Campylobacter spp.*, *Bacillus cereus* and *Enterobacter sakazakii* were introduced.

Key word: Risk Assessment; Evaluation Studies; Food Microbiology; Food-Borne Pathogens

微生物风险评估是一门发展中的学科,尽管已公布的评估报告的数量日益增多,但这些报告在深度及结构方面存在很大差异,而且并非总是采用CAC推荐步骤,部分报告仅侧重于评估的某个方面。定量风险评估是对危害造成的风险的性质和严重程度的技术评估^[1],将这门新学科应用于食源性致病菌的研究,有利于推动风险管理 with 风险交流。建立定量微生物风险评估(Quantitative microbiological risk assessment, QMRA)的主要目的包括:模拟食物链中由于食品消费引起致病菌感染的可能性;确定食物链环节中可以采取的能够降低疾病风险的各种管理措施,并对各种措施的效果进行评估。沙门菌属(*Salmonella spp.*)、弧菌属(*Vibrio spp.*)、单核细胞增生性李斯特菌(*Listeria monocytogenes*)、大肠埃希菌(*Escherichia coli*) O157 H7、弯曲菌属(*Campylobacter spp.*)、腊样芽孢杆菌(*Bacillus cereus*)和阪崎肠杆菌(*Enterobacter sakazakii*)是目前评估的热点,本文介绍了上述几种重要食源性致病菌定量风险评估的应用实例。

1 沙门菌属

美国农业部食品安全监督服务局(FSIS)于1998

年完成了《带壳鸡蛋和蛋制品肠炎沙门菌(*Salmonella enteritidis*)风险评估》报告,这是一项典型的食源性致病菌风险评估,目前其他沙门菌风险评估常以此为参考^[2]。该评估采用EXCEL软件建立完整的模型,模拟过程则运用@RISK软件进行。模型由5个单元组成:鸡蛋生产模块、带壳鸡蛋加工和流通模块、蛋制品加工和流通模块、制备和消费模块、公共卫生模块。带壳鸡蛋基线模型的模拟结果显示,美国年均生产468亿个带壳鸡蛋,其中230万个(0.005%)携带肠炎沙门菌。每年661 633人因食用受污染的鸡蛋而发病,其中94%的病人无需治疗即可康复,5%就医,0.5%住院接受治疗,0.05%死亡。人群中20%的人属于肠炎沙门菌引发沙门菌病的高危人群,包括:婴儿、老年人、器官移植病人、孕妇、罹患某些疾病的个体。蛋制品基线模型的预测结果显示,因食用经过消毒蛋制品(pasteurized egg products)而引起肠炎沙门菌感染的概率很低。带壳鸡蛋加工和流通模块考虑了两种情况下总人群疾病降低的百分比,这些情况不同于目前带壳鸡蛋加工和流通模型中的操作习惯。第一种情况,如果所有鸡蛋产出后立即将内部温度冷却至7.2℃,并保持这个温度,肠炎沙门菌感染病例数减少12%。第二种情况,如果加工和流通全过程鸡蛋周围环境温度一直保持7.2℃,肠炎沙门菌感染病例数减少8%。

基金项目:国家自然科学基金项目(30600499)

作者简介:陈艳 女 博士 副研究员

联合国粮农组织/世界卫生组织 (FAO/WHO) 于 2002 年公布了《鸡蛋和肉鸡沙门菌风险评估》报告^[3,4]。剂量反应模型的建立是基于人群食源性暴发数据。鸡蛋肠炎沙门菌暴露评估和风险特征描述提示,鸡群肠炎沙门菌感染率的降低以及受感染鸡群内肠炎沙门菌感染率的降低都与人类疾病风险的减少成正比;同时调整鸡蛋生产到消费期间鸡蛋的贮存时间和温度,对预期疾病风险有重大影响;可能是由于肠炎沙门菌繁殖迅速的原因,整个产蛋期内受感染鸡蛋携带的肠炎沙门菌数量,似乎不会对每次就餐的疾病风险造成影响。肉鸡肠炎沙门菌暴露评估和风险特征描述提示,肉鸡沙门菌污染率的降低与疾病风险的减少成正比;如果采取控制措施降低肉鸡携带沙门菌的数量,其干预效果要好于降低肉鸡沙门菌污染率;稍加减少烹饪不足的频率和程度,可使食用一份感染肉鸡烹制食物造成的预期疾病风险明显降低。

赵志晶和刘秀梅^[5,6]利用我国食品消费和食物中毒报告数据,建立了带壳鸡蛋沙门菌定量风险评估模型。评估遵循 CAC 推荐步骤,采用 @RISK 软件,结合蒙特卡罗分析,模型模拟了从农场到餐桌由于食用鲜蛋而引起沙门菌感染的风险。暴露评估分为生产、分配与贮存、制备与消费 3 个阶段。剂量反应模型确立的依据主要是沙门菌的人体试食实验资料,采用贝塔-泊松模型模拟剂量反应关系。模型预测全国沙门菌年平均感染人数为 5.3×10^7 , 尽管该数值略高于人群实际监测数据,但由于预测值分布和实际值分布存在重叠,因此作者认为模型在设计和应用方面具有合理性。敏感性分析研究提示,控制鲜蛋贮存的温度与时间是降低疾病风险的重要管理措施。

2 弧菌属

在由弧菌引起的人类疾病中,大多数的病例与副溶血性弧菌 (*Vibrio parahaemolyticus*)、创伤弧菌 (*Vibrio vulnificus*) 和传播霍乱的霍乱弧菌 (*Vibrio cholerae*) 有关。

美国食品药品监督管理局 (FDA) 于 2001 年公布了《生食软体贝类副溶血性弧菌公共卫生影响的风险评估草案》(FDA - VPRA) 报告,随后又于 2005 年正式公布了《生食牡蛎致病性副溶血性弧菌公共卫生影响的定量风险评估》报告^[7,8]。评估模型可以自网络下载,运行模型需要 @RISK 软件。评估遵循 CAC 推荐步骤,并提出风险控制措施。暴露评估包括收获、收获后和公共卫生 3 个模块的数据和信息。根据人类临床志愿者试食研究和流行病学监测资料建

立剂量反应模型。采用贝塔-泊松、冈泊茨和概率单位关系模拟剂量反应关系。模型预测结果显示,美国每年因食用生牡蛎而导致的副溶血性弧菌胃肠炎和败血症患者为 2 826 例,春、夏、秋、冬的平均患者数分别为 723、1 903、190、10 例。针对 FDA 现行海产品副溶血性弧菌数量不超过 10^4 个/g 的标准,评估结果显示,拒绝所有副溶血性弧菌数量在 10^4 个/g 及以上的收获牡蛎可以降低 16% 的疾病,而仅 3% 的牡蛎不能用于生食或需要进行收获后处理。评估中还探讨了风险控制措施。

陈艳和刘秀梅^[9]针对福建省生食牡蛎开展了一项 QMRA,模拟了从零售到餐桌由于生食牡蛎而引起副溶血性弧菌胃肠炎感染的风险。评估严格遵循 CAC 推荐步骤,采用 @RISK 软件,结合蒙特卡罗分析,每次模拟进行 25 000 次迭代。结合暴露评估模块结果与贝塔-泊松剂量反应模型,推测因消费副溶血性弧菌污染生牡蛎导致的疾病风险分别是 6.9×10^{-7} (冬)、 1.7×10^{-5} (春)、 5.9×10^{-5} (夏)、 4.6×10^{-6} (秋)。敏感性分析结果表明,零售期间牡蛎的未冷藏时间、零售带壳牡蛎体副溶血性弧菌密度的对数值、冷却持续时间和气温等因素与疾病的发生显著相关。采取缩短零售期间牡蛎的未冷藏时间、快速冷却、微热处理和冷冻贮存等控制措施,能够明显降低疾病发生人数。该研究与 FDA 研究的水平存在较大的差距。研究报告中所探讨的参数及模型存在大量不确定性。CAC 要求在评估时尽量做到资料与资料收集系统具有更高的质量与精确性,从而使风险估计的不确定性降到最低,由此提高预测结果的可信性。国内现有资料数量很大,但是相对于定量风险评估对资料的要求来说则略显粗糙。

FAO/WHO 于 2005 年公布了《生食牡蛎创伤弧菌风险评估》报告^[10]。评估的总体方法和许多参数与 FDA - VPRA 中所采用的一致。模拟结果提示,牡蛎收获后创伤弧菌数量夏季平均增加 0.90 lg MPN/g,冬季降低 0.2 lg MPN/g。夏季和冬季收获牡蛎中创伤弧菌平均数量分别为 57 000 和 80 个/g。考虑基线评估,采用典型的季节性水温参数,预测美国春、夏、秋、冬 4 个季节的平均病例数分别为 11.7、12.2、8.0、0.5 例。根据剂量反应评估模型,评价不同的创伤弧菌目标水平对每餐疾病风险和年度疾病负担的影响,这些目标水平可以通过采取干预措施达到。如果创伤弧菌浓度为 300 个/g,每餐平均风险为 5.26×10^{-6} ,年病例数为 7.7 例。如果创伤弧菌浓度为 3 个/g 或 30 个/g,风险会明显降低,每餐平均风险分别为 1.09×10^{-7} 和 8.20×10^{-7} ,

年病例数为 0.16 和 1.2 例。

FAO/WHO 于 2006 年公布了《国际贸易暖水虾中传播霍乱的 O1 和 O139 群霍乱弧菌风险评估》报告^[11]。根据志愿者研究资料拟合近似贝塔-泊松模型,建立了剂量反应曲线。尽管古典和埃尔托生物型均有志愿者研究资料,考虑到埃尔托生物型与霍乱临床病例的关系更为密切,因此剂量反应模型中使用了埃尔托生物型的志愿者研究资料。模型估计,食用不同国家进口暖水虾感染霍乱的平均风险为每年 0.009~0.9 个病例。

3 单核细胞增生性李斯特菌

美国 FDA 于 2001 年公布了《几种即食食品食源性单核细胞增生性李斯特菌公共卫生相对风险的评估草案》报告^[12]。评估将人群分为 3 个亚组人群:围产期人群、老年人群和中间年龄人群(除围产期人群和老年人群之外的其他既健康又易感的人群)。风险评估参照 CAC 推荐步骤。剂量反应关系的建立基于小鼠模型,以动物死亡作为感染终点。剂量反应模型预测,每一次就餐(每次就餐摄入 10^9 个菌)最可能的死亡人数及其范围:围产期人群 14 000(3 125~781 250);老年人群 332(1~2 350);中间年龄人群 103(1~1 190)。根据每亿份某种食品引起的李斯特菌预期病例数,风险特征描述部分确立了 20 种食品的“相对危险度等级”。风险最高的即食食品包括:肉酱(pate and meat spread)、熏制海产品、新鲜软奶酪、法兰克福香肠和熟食柜台的某些食品。暴露评估预测 5 种因素会影响消费者单核细胞增生性李斯特菌的暴露情况,包括:食品消费量和消费频率、即食食品中单核细胞增生性李斯特菌的污染率和污染浓度、冷藏期间利于细菌繁殖的可能性、冷藏贮存温度、消费前的冷藏贮存时间。

澳大利亚新西兰食品标准局(FSANZ)于 2002 年完成一项定量风险评估,评估甲壳动物熟食中单核细胞增生性李斯特菌对澳大利亚和新西兰消费者造成的公共卫生影响^[13]。评估数据来源于 FSANZ 开展的熟虾李斯特菌污染状况的调查结果及李斯特菌病发病率的公共卫生资料。概率建模结果显示,如果食品贮藏期间无单核细胞增生性李斯特菌生长,那么澳大利亚因食用受污染甲壳动物熟食而致李斯特菌病的概率为每一千六百年出现 1 例。模拟最坏的情形,即假设熟虾在购买后置冰箱贮藏 3 d(导致李斯特菌生长),预期澳大利亚因甲壳动物熟食而致李斯特菌病的概率为每二点五年出现 1 例。评估得出如下结论:因甲壳动物熟食而罹患李斯特菌病的风险极低。该结论基于:概率模型研究结果;

甲壳动物熟食中李斯特菌不仅污染率低(约 3%)且污染水平也低(<50 CFU/g);食物制备过程包括灭菌程序;产品货架期短,限制了食品病原菌的生长机会,食品中病原菌因加工后污染导致。

FAO/WHO 于 2004 年公布了《即食食品单核细胞增生性李斯特菌风险评估》报告^[14,15]。研究仅限于零售食品及消费阶段零售食品对公众健康构成的风险。评估结果显示,对于消毒牛奶、冰淇淋、发酵肉类和熏鱼,每年每千万人中李斯特菌病病例数分别为 9.1、0.012、0.46 和 0.000 66;每百万次就餐李斯特菌病病例数分别为 0.005、0.000 014、0.021 和 0.000 002 5。评估结果显示,几乎所有的李斯特菌病病例都是因为摄入了大量的病原菌所致。绝大多数的李斯特菌病与食用不合格食品有关,这些食品不符合现行的单核细胞增生性李斯特菌食品标准,而不论限量究竟是多少(0.04 或 100 CFU/g)。防止食品食用时出现重度污染的控制措施,对降低李斯特菌病发病率所起的作用最大。虽然零售过程相对很少出现重度污染的情况,但对于不会导致病原菌生长繁殖的食物,减少生产和零售过程中重度污染情况的发生,将有利于改善公共卫生状况。对于有利于病原菌生长的食物,采取适当控制措施,例如更严格地控制温度或限制贮存时间,将会减轻因单核细胞增生性李斯特菌数量的增加而导致的风险增加。

4 大肠埃希菌 O157 H7

Cassin 等^[16]建立了评价各种控制措施效果的牛肉馅汉堡大肠埃希菌 O157 H7 定量风险评估模型,模型描述了牛胴体加工至消费者烹饪、消费的全过程。评估采用的是综合应用情况分析、预测微生物学和定量风险评估方法的“过程风险模型”。剂量反应模型基于修正的贝塔-泊松模型。模拟过程运用 @RISK 软件进行,每次模拟进行 25 000 次迭代。模拟结果显示,新鲜零售牛肉馅包装受大肠埃希菌 O157 H7 污染的概率为 2.9%,这与监测数据具有可比性。食用 1 份汉堡的平均疾病发生概率为 10^{-12} (范围在 10^{-22} ~ 10^{-2} 之间)。在大多数情况下,食用汉堡对消费者构成的风险非常小,但平均疾病风险并非可以忽略。成人和儿童食用 1 份汉堡的平均疾病发生概率分别为 5.1×10^{-5} 和 3.7×10^{-5} 。每份汉堡导致儿童发生溶血性尿毒综合症和死亡的概率分别为 3.7×10^{-6} 和 1.9×10^{-7} 。上述数值对家庭制备的汉堡有代表性,而对商业产品来说数值可能偏高。斯皮尔曼等级相关系数显示,动物粪便中的大肠埃希菌 O157 H7 浓度与风险关系最为密切,提

示动物屠宰前的筛选可以作为控制点。采用过程风险模型可以评价控制措施的改变对预期人类健康风险的影响。降低贮存温度、降低动物粪便中大肠埃希菌 O157 H7 的浓度和鼓励消费者将牛肉彻底烹饪分别能使疾病发生概率降低 80%、41% 和 16%。

5 弯曲菌属

Fazil 等采用 @RISK 软件,结合蒙特卡罗分析,每次模拟进行 10 000 次迭代,建立了新鲜鸡肉空肠弯曲菌 (*Campylobacter jejuni*) 定量风险评估模型,确定了从农场到餐桌整个食物链中细菌的变化情况^[17]。风险评估框架为过程风险模型,与前述大肠埃希菌 O157 H7 中所采用的一致。对烫洗、脱毛、去内脏、洗涤和冷却等 5 个阶段确定了加工过程对鸡肉空肠弯曲菌污染率和污染浓度的作用。模拟结果显示,鸡肉空肠弯曲菌污染率可能为 65% ~ 85%,每只鸡胴体平均携带 6 310 个菌。如果每次就餐食用 1/4 只鸡,弯曲菌病感染概率为 2.23×10^{-4} 。模型预测每年发生 270 万病例。模型还预测了那些因其自身的不确定性或变异性而影响疾病风险的重要参数。

Christensen 等采用丹麦兽医与食品管理局制作的空肠弯曲菌风险图谱建立了肉鸡空肠弯曲菌风险评估^[17]。模型模拟了已感染鸡群和未感染鸡群之间的交叉污染,但是没有模拟鸡群内的交叉污染。估计各模块中空肠弯曲菌的污染率和污染浓度,用于描述感染概率和疾病概率的剂量反应关系。冷却鸡肉和冷冻鸡肉的疾病发生概率分别为 6 000 份食品发生 1 个病例和 26 000 份食品发生 1 个病例。疾病发生概率与丹麦 1999 年上报的弯曲菌肠炎病例数有可比性。采取以下措施可以使病例数减少 96%,如肉鸡中空肠弯曲菌浓度减少 99% (即从 1 000 CFU/g 降至 10 CFU/g);鸡群空肠弯曲菌污染率减少 96% (即从 60 CFU/g 降至 2.4 CFU/g);消费者鸡肉餐制备方式的安全性提高 25 倍。

Rosenquist 等^[18]遵循 CAC 推荐步骤,采用 @RISK 软件和 EXCEL 软件,结合蒙特卡罗分析,定量评价风险控制措施对丹麦鸡肉嗜热弯曲菌引起的人类病例数的作用。剂量反应模型为贝塔-泊松模型。使用 2 个数学模块估计暴露情况。模块 1 描述屠宰加工全过程鸡胴体弯曲菌污染率和污染浓度的变化。模块 2 描述家庭厨房食品加工过程中弯曲菌的传播和转移,以及不同年龄和性别人群的消费模式。模型估计,大约每一万四千三百次鸡肉餐发生 1 个弯曲菌病病人。估计家庭厨房制备的受弯曲菌污染的鸡肉餐引起的预计病例数每年为 14 000 人

(95% 可信区间: 7 753 ~ 20 942 人),该结果与人群监测数据有可比性。模型预测了 4 种控制措施的效果,结果显示,如果鸡胴体弯曲菌污染浓度降低 2 个对数单位,那么因食用鸡肉引起的弯曲菌病发病率可以降低 96.7%。为达到类似的弯曲菌病发病率降低量,鸡群阳性率大约应降低 96.7% (如从 60% 降至 2%),或厨房卫生水平提高约 30 倍 (如不洗切肉板的比率从 21% 降至 0.7%)。消除鸡群之间的交叉污染对人类疾病发病率没有作用。模拟显示,18 ~ 29 岁人群疾病风险最高。

6 腊样芽孢杆菌

Notermans 等^[19]开展了巴氏消毒牛奶中蜡样芽孢杆菌的风险评估研究。风险特征描述提示,根据家庭牛奶贮存时间和温度分布,荷兰消费的巴氏消毒牛奶中 7% 和 4% 蜡样芽孢杆菌浓度大于 10^5 个/ml 和大于 10^6 个/ml,荷兰每年消费大约 10^9 ~ 10^{10} 份巴氏消毒牛奶。

McElroy 等^[20]采用 QMRA 模拟食用受污染中式米饭导致的蜡样芽孢杆菌呕吐病风险。模拟采用 Crystal Ball 蒙特卡罗模拟软件。对 20、30、60 和可能的温度范围等 4 种贮存情况中米饭中蜡样芽孢杆菌的暴露概率进行蒙特卡罗模拟。由于缺乏人类和动物蜡样芽孢杆菌呕吐症状试食研究的资料,因而采用食源性暴发的流行病学资料建立剂量反应关系。结合暴露评估和剂量反应评估,预测上述 4 种情况中因食用受蜡样芽孢杆菌污染米饭引起呕吐病的累积概率分别为 5.50×10^{-2} 、 6.80×10^{-2} 、 2.13×10^{-3} 和 6.11×10^{-3} 。研究结果提示,疾病风险与米饭贮存温度不当密切相关。

7 阪崎肠杆菌

FAO/WHO 于 2006 年公布了婴儿配方粉 (PIF) 阪崎肠杆菌定量风险评估模型^[21]。风险评估遵循 CAC 推荐步骤,模拟过程采用 ANALYTICA 软件。风险评估模型包括 3 个主要部分:A 估计配制时 PIF 中阪崎肠杆菌的浓度;B 估计婴儿 PIF 的消费量;C 估计制备、贮存和喂饲过程中阪崎肠杆菌污染浓度的变化,综合上述 3 个部分得出婴儿因食用受阪崎肠杆菌污染 PIF 而感染疾病的相对风险估计值。

FAO/WHO 专家组利用模型对 PIF 中阪崎肠杆菌的风险管理干预措施进行了评价^[21]。对于加工厂,为使 PIF 风险最小化,关键要防止 PIF 被加工环境中的阪崎肠杆菌再次污染,并随后对 PIF 进行热处理。对于消费者制备和使用 PIF 的方式,将配制的喂养乳液贮存于室温的风险最高;70℃ 水调配

PIF 是最有效的风险控制措施;除非立即食用,否则使用40 和50 水还原乳液风险最高;使用较大容器配制和冷却喂养乳液,会因为喂养乳液冷却减缓而带来更多危险,因此应尽可能在小容器中冷却。实施微生物标准(包括实行的微生物限量、采用的检测方法、抽样方案、微生物限量超标时采取的措施)是降低阪崎肠杆菌感染风险的一种控制措施。评估结果显示,所生产的 PIF 中病原体平均对数浓度越低,则因批次不合格引起的产品损失越小。

参考文献

[1] JAYKUS L A. The application of quantitative risk assessment to microbial food safety risks [J]. Crit Rev Microbiol, 1996, 22: 279-293.

[2] U. S. Department of Agriculture Food Safety and Inspection Service. *Salmonella enteritidis* risk assessment: shell eggs and egg products [R/OL]. 1998. <http://www.fsis.usda.gov/ophs/risk/>.

[3] FAO/WHO. Risk assessments of *Salmonella* in eggs and broiler chickens: interpretative summary. MRA series 1 [R/OL]. 2002. http://www.who.int/foodsafety/publications/micro/en/salm_summary.pdf.

[4] FAO/WHO. Risk assessments of *Salmonella* in eggs and broiler chickens. MRA series 2[M]. FAO/WHO, 2002.

[5] 赵志晶,刘秀梅. 中国带壳鸡蛋中沙门氏菌定量危险性评估的初步研究——危害识别与暴露评估 [J]. 中国食品卫生杂志, 2004, 16(3): 201-206.

[6] 赵志晶,刘秀梅. 中国带壳鸡蛋中沙门氏菌定量危险性评估的初步研究——危害特征的描述与危险性特征的描述 [J]. 中国食品卫生杂志, 2004, 16(4): 295-300.

[7] U. S. Food and Drug Administration. Draft risk assessment on the public health impact of *Vibrio parahaemolyticus* in raw molluscan shellfish [R/OL]. 2000. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/vprisk.html>.

[8] U. S. Food and Drug Administration. Quantitative risk assessment on the public health impact of *Vibrio parahaemolyticus* in raw oysters [R/OL]. 2000. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/vpra-toc.html>.

[9] 陈艳,刘秀梅. 福建省零售生食带壳牡蛎中副溶血性弧菌的定量危险性评估 [J]. 中国食品卫生杂志, 2006, 18(2): 103-108.

[10] FAO/WHO. Risk assessment of *Vibrio vulnificus* in raw oysters:

interpretative summary and technical report. MRA series 8 [R/OL]. 2005.

[11] FAO/WHO. Risk assessment of choleraogenic *Vibrio cholerae* O1 and O139 in warm-water shrimp in international trade, MRA series 9 [R/OL]. 2006. <http://www.who.int/foodsafety/publications/micro/mra9.pdf>. <http://www.who.int/foodsafety/publications/micro/mra8.pdf>.

[12] U. S. FDA/FSIS. Draft assessment of the relative risk to public health from foodborne *Listeria monocytogenes* among selected categories of ready-to-eat foods [R/OL]. 2001. <http://www.foodsafety.gov/~dms/lmrisk.html>.

[13] Food Standards Australia New Zealand. *Listeria* risk assessment and risk management strategy, final assessment report [R/OL]. 2002. <http://www.foodstandards.gov.au/~srcfiles/P239listeriaFAR.pdf>.

[14] FAO/WHO. Risk assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods: interpretative summary. MRA series 4 [R/OL]. 2004. <http://www.who.int/foodsafety/publications/micro/en/mra4.pdf>.

[15] FAO/WHO. Risk assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods: technical report. MRA series 5 [R/OL]. 2004. http://www.who.int/foodsafety/publications/micro/mra_listeria/en/index.html.

[16] CASSIN M H, LAMMERDING A M, TODD E C, et al. Quantitative risk assessment for *Escherichia coli* O157 H7 in ground beef hamburgers [J]. Int J Food Microbiol, 1998, 41(1):21-44.

[17] FORSYTHE S J. The microbiological risk assessment of food [M]. Oxford: Blackwell Science Ltd, 2002.

[18] ROSENQUIST H, NIELSEN N L, SOMMER H M, et al. Quantitative risk assessment of human campylobacteriosis associated with thermophilic *Campylobacter* species in chickens [J]. Int J Food Microbiol. 2003, 83(1):87-103.

[19] NOTERMANS S, DUFRENNE J, TEUNIS P, et al. A risk assessment study of *Bacillus cereus* present in pasteurised milk [J]. Food Microbiol, 1997, 14: 143-151.

[20] McELROY D M, JAYKUS L A, FOEGEDING P M. A quantitative risk assessment for *Bacillus cereus* emetic disease associated with the consumption of Chinese-style rice [J]. J Food Safety. 1999, 19(3): 209-229.

[21] FAO/WHO. *Enterobacter sakazakii* and *Salmonella* in powdered infant formula: meeting report, MRA Series 10 [R/OL]. 2006. <http://www.who.int/foodsafety/publications/micro/mra10.pdf>.

[收稿日期:2007 - 11 - 23]

中图分类号:R15;TS201.3;X820.4 文献标识码:E 文章编号:1004 - 8456(2008)04 - 0336 - 05

消息(五)

塑料材质编号

每个塑料瓶,在底部都有一个数字,它是一个带箭头的三角型。假若小于5,即4 或以下,甚至没有数字,请勿再利用或加热使用,数字愈大愈安全。

 聚乙烯对苯二甲酸酯(PET),  高密度聚乙烯(PE),  聚氯乙烯(PVC),  低密度聚乙烯(PE),  聚丙烯(PP),  聚苯乙烯(PS),  其他类(OTHERS)。