

中国带壳鸡蛋中沙门氏菌定量危险性评估的初步研究
—— I. 危害识别与暴露评估

赵志晶 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:为控制由食用鸡蛋而导致的沙门氏菌食物中毒,利用中国的资料与信息建立了带壳鲜鸡蛋沙门氏菌定量危险性评估模型,对中国带壳鲜鸡蛋的沙门氏菌污染情况进行定量评估。模型计算每年以带壳鲜蛋形式被消费的带染鸡蛋数量平均为 2.5×10^8 ($5^{th} \sim 95^{th}$ 百分位点值: $1.9 \times 10^6 \sim 1.1 \times 10^9$) 个,消费前每个污染鸡蛋中的沙门氏菌菌量平均 70 CFU ($5^{th} \sim 95^{th}$ 百分位点值: 14 CFU 与 172 CFU),该定量危险性评估的框架为中国每年沙门氏菌病暴发的危险性提供了评估依据。
关键词:沙门氏菌属;卵;危险性评估

The modeling of quantitative risk assessment on *Salmonella* in shell eggs in China
Part I: Hazard identification and exposure assessment
Zhao Zhijing, et al.
(National Institute for Nutrition and Food Safety, Chinese CDC, Beijing 100050)

Abstract: Based on the data obtained from surveys in China, a computative model was developed for the quantitative assessment of the risk of an epidemic. The model was used to assess the risk of *Salmonella* infection caused by consumption of contaminated shell eggs. The exposure assessment estimates the number of eggs that are internally contaminated with *Salmonella* and the change in numbers of *Salmonella* organisms in eggs through storage and transportation. The model simulates an average production of 250 million shell eggs in China per year which contain *Salmonella* and an average quantity of contamination 70 CFU per contaminated egg. The results became the base for assessing the potential risk for the occurrence of an epidemic of *Salmonella* infection. Furthermore, the farm-to-table approach provides a framework for developing similar risk assessment methods for other pathogen-product pairs.
Key Words: *Salmonella*; Ovum; Risk Assessment

食品法典委员会(Codex Alimentarius Commission, CAC)于1998年^[1]和1999年^[2]拟定的“微生物危险性评估的原则和指导方针草案”与“微生物性危险性评估的原则和指导方针”中对食品中微生物性危害进行危险性评估的概念作了明确的阐述。危险性评估是对由于人体暴露于食源性危害而产生的危害人体健康的已知或潜在的作用发生的可能性与严重程度所做的科学评价。^[3,4]食品中微生物危险性评估在

危险性评估中是一个相对新的领域,尚没有国际甚至国家水平的公认标准。^[5]
本研究尝试对我国带壳鲜蛋由于可能污染沙门氏菌引起人类感染的危险性进行了定量微生物危险性评估。在本论文中主要报告了这一危险性评估模型的“危害识别”和“暴露评估”部分,即估计了被沙门氏菌污染鸡蛋的数量及带壳鲜蛋经过分配、运输、贮存等环节后蛋内污染沙门氏菌菌量的变化,为对

This work was supported by the Grant from National Science and Technology Program Funds (2001BA804A03) and the Special Funds (2001DIB00148) of Ministry of Science and Technology and the Funds of National Natural Science Foundation of China. (30070660)

基金项目:国家科技部“十五”攻关(2001BA804A03),社会公益基金项目(2001DIB00148),国家自然科学基金资助项目(30070660)。
作者简介:赵志晶 女 博士
通讯作者:刘秀梅 女 研究员 课题负责人

沙门氏菌病暴发的危险性进行科学评估提供了必要的依据。对于模型的“危害特征描述”和“危险性特征描述”部分将在下一论文中详细报告。

1 材料与方法

1.1 评估依据与工具 根据 CAC 制定的食品中微生物性危害进行危险性评估的概念与步骤进行。^[1,2] 运用我国的现有资料,在 Excel 工作表中建立模型,采用 Monte Carlo 模拟技术,以国际上广泛使用的危险性分析软件 —@RISK4.5 运行与分析。

1.2 危害的识别 沙门氏菌作为食源性致病菌在 20 世纪前就为人们所认识。沙门氏菌引起的沙门氏菌病无论在发达国家还是发展中国家都是最频繁报导的食源性疾病之一。我国 1991 年~1996 年共报告沙门氏菌食物中毒 731 起,占食物中毒总数的 9.89 %;中毒人数 39 181 人,占 19.73 %;死亡 40 人,占 2.44 %,其中中毒起数与中毒人数均居微生物性食物中毒首位。1991 年~1996 年由蛋类引起的食物中毒中毒为 166 起,中毒人数 4207 人。^[6]

我国是禽蛋生产与消费的大国,2000 年年产量 2 243.3 万吨,超过世界总产量的 40 %,全国人均 18.1 kg,超过发达国家水平。其中禽蛋产量的 85 % 为鸡蛋,鸡蛋消费在我国食品消费中占重要地位。^[7,8]

本研究就消费带壳鲜鸡蛋引起沙门氏菌感染的危险性进行评估,试图模拟农场—餐桌这一鸡蛋消费的过程中鸡蛋中菌量的变化。

1.3 暴露评估 模拟鸡蛋产出时污染沙门氏菌的污染频率与污染水平及鸡蛋从产出到准备消费期间菌量的变化。

1.3.1 生产阶段 生产阶段是“农场—餐桌”定量危险性评估的第一步。建立模型的目的是模拟我国每年生产的沙门氏菌带染阳性鸡蛋的数量,其输入变量包括感染鸡群的沙门氏菌流行率、感染鸡群的群内蛋鸡感染率和感染母鸡产蛋的沙门氏菌带染率。

据统计,国营集体养禽企业的产蛋量占全国禽蛋总产量的 24 %,其余 76 % 为养禽专业户和上千万的散养户生产,^[9] 模拟沙门氏菌污染鸡蛋的来源如下。

1.3.1.1 鸡群流行率 群流行率是指含有一只或多只感染沙门氏菌的蛋鸡的鸡群所占的比例。

①模型的每一个参数的分布都是以 @RISK 软件的语法书写,表示形式:分布名称(参数 1,参数 2,……)。例如均一分布有两个参数,最小值与最大值,写作“Uniform(最小值,最大值)”。以下分布书写方式与此相同。

大多数资料证实感染的鸡群在它们的生产期大多数会保持感染状态。甘孟侯等^[10] 1985 年~1989 年对 68 群鸡的沙门氏菌检疫,感染率为 100 %。模型假设群流行率在 80 %~100 %之间,Uniform(80 %, 100 %) ^① ^[11,12]

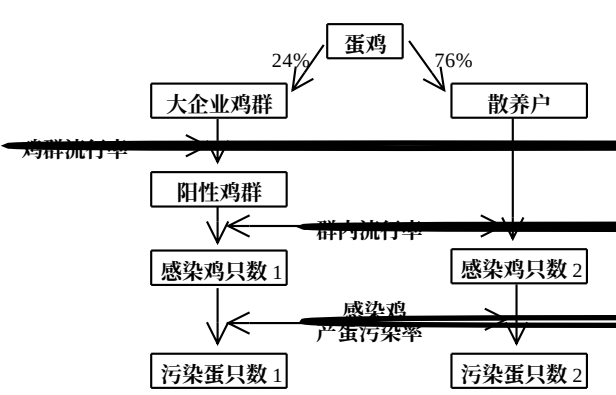


图 1 沙门氏菌污染鸡蛋的来源

1.3.1.2 鸡群内感染率 群内感染率是指在一个阳性鸡群内沙门氏菌感染阳性蛋鸡所占比例。根据国内资料数据^[13~15] 以 Cumul 分布^[11,12] 模拟群内感染率,最低感染率设为 0.05 %,最高感染率设为 21 %,即 Cumul (0.05 %, 21 %, {0.06 %, 1.3 %, 2 %, 3 %, 3.4 %, 20 %}, {0.14, 0.29, 0.43, 0.57, 0.71, 0.86})).

由于散养户鸡群难以定量,因此为了简化计算,把散养户感染沙门氏菌的鸡只数直接以群内流行率来估计。

1.3.1.3 鸡蛋污染频率 由于污染沙门氏菌的鸡蛋只能由阳性鸡群产生,所以要模拟感染阳性鸡群生产的鸡蛋的污染频率。阳性鸡生产的鸡蛋的沙门氏菌阳性率模拟为 Beta 分布。^[16]

1.3.1.4 平均每只鸡产蛋量 据北京统计年鉴,1999 年北京市蛋鸡为 1 420.8 万只,当年鸡蛋产量为 155 213.0 t,假设每个鸡蛋重 55 g,推算出平均每只鸡每天的产蛋量为 0.54 个 ($1.55213 \times 10^{11} / (55 \times 365 \times 1.4208 \times 10^7)$)。^[17] 假设全国各地或各个时期蛋鸡的产蛋量是一致的,根据 2000 年全国鸡蛋产量 18 866 130 t,推算出全国蛋鸡约为 1.7×10^9 只 ($18\,866\,130 \times 14\,207\,958 / 155\,213$)。^[8]

据报道,我国国营集体养禽企业占全国禽蛋总产量的 24 %,其余 76 % 均为养禽专业户和上千万的散养户。^[8] 假设蛋与蛋鸡的比例相当(每只鸡的产蛋量相同),即 24 % 的蛋鸡为国营集体养禽企业所有,76 % 的蛋鸡散在于养禽专业户和散养户。据统计,我国 1996 年饲养蛋鸡 1 万只以上的企业有 6 403 家。^[18] 假设 24 % 的蛋鸡都集中在这些大企业中,则大企业鸡群的平均蛋鸡的数量为 64 731 只(全国蛋

鸡总数 $\times 24\%$ /6403)。大企业每天鸡蛋产量为 2.3×10^8 个鸡蛋(全国鸡蛋总数 $\times 24\%$) ,个体养禽专业户与散养户每天鸡蛋产量为 7.1×10^8 (全国鸡蛋总数 $\times 76\%$)。这些生产参数都是常数,见表 1。

表 1 生产阶段参数

参数		数值
产蛋量/只鸡 ⁽¹⁾		0.54
全国蛋鸡总数	只	1.7×10^9
大企业产蛋比例	%	24
大企业数量	家	6304
大企业每天鸡蛋产量	个	2.3×10^8
散养户每天鸡蛋产量	个	7.1×10^8

注:(1) 每天每只鸡的产蛋量。

1.3.2 分配与储存 在生产阶段模拟了污染沙门氏菌的鸡蛋的数量,在这一阶段计算污染鸡蛋中菌量变化的概率分布,描述的是鲜鸡蛋商品从收集到贮存期间污染蛋中菌量的变化。

1.3.2.1 鸡蛋分配比例 据王济民等^[19]对吉林、内蒙古、山东、江苏、四川和广东 6 个省(自治区)的城乡居民畜产品消费调查结果,估测我国 1998 年城乡居民畜产品消费量和消费结构。1998 年全国消费禽蛋(鲜蛋)1 208.2 万吨,而当年禽蛋总产量为 2 018.5 万吨,鲜蛋消费比例约为 60 % (消费量/总产量)。

我国禽蛋 1999 年总产量为 2 134 万吨,其中城乡集贸市场成交 667 万吨。^[20]假设消费带壳鲜蛋的商品量近似等于城乡集贸市场成交量,那么用于日常消费的带壳鲜蛋的商品量占总产量的 31 % (667/2 134)。假设这一比例不随时间而变化。

根据我国国情,农村人口消费的鲜蛋主要是自给自足的方式,而城镇人口的消费主要是由集贸市场购买。我国鲜蛋消费量占总产量的 60 % ,^[19]而用于城镇人口消费的市场销售的禽蛋商品只占总产量的 31 %^[20]左右,因此经过销售 - 购买途径消费的鸡蛋的比例(即鸡蛋经过这一步骤的概率)为:52 % (31 % /60 %)。并且假设这些鲜蛋有 50 % 来自大企业,50 % 来自散养户。而同时有近一半消费的鲜蛋未经过交易,而是自给自足方式消费,假设这一部分鸡蛋都是来自农村的散养户。

综上所述,鸡蛋生产有两个来源(大企业与散养户),而被消费的鲜蛋有两个获得途径(购买与自给自足),其中自给自足途径的鸡蛋只来源于散养户,销售的鸡蛋同时来源于大企业与散养户(数量各占 50 %)。

本阶段所用分配比例参数均为常量,见表 2。

1.3.2.2 每只污染蛋中的起始菌量 采用 Humphrey^[21,22]资料,蛋内的菌量平均为 7 CFU/个鸡

蛋,模拟为 Poisson (7) 分布。鸡蛋产出后的最初 10 ~24 h,由于蛋内 pH 值的升高引起菌量增加约 10 倍,以 Pert (0,1,1.5) logs 分布表示(该分布为 FAO/WHO 联合专家委员会推荐的方法)。

表 2 鸡蛋分配比例参数

参数	%
消费的鲜蛋占总产量比例	59.87
消费的鲜蛋商品占总产量	31.26
消费的自产鲜蛋占总产量	28.61
大企业产蛋量占总产量	24.00
散养户产蛋量占总产量	76.00
鲜蛋商品占大企业产量的比例	65.12
鲜蛋商品占散养户产量的比例	20.56
直接消费鲜蛋占散养户产量的比例	37.65

1.3.2.3 时间与温度 影响污染鸡蛋内沙门氏菌的菌量变化的最重要的因素是温度与时间。

本“分配与储存”阶段所用温度与时间参数见下表。

表 3 分配和贮存阶段的温度与时间分布

阶段	温度 °C	时间
运输前贮存	Pert (4 ,22 ,32)	Pert (1 ,24 ,72) 小时
运输	Pert (4 ,10 ,15)	Uniform (1 ,24) 小时
冷库贮存	Pert (0 ,1 ,2)	Pert (1 ,7 ,180) 天
零售	Discrete ({U (5 ,10) , U (10 ,35) } , {0.2 ,0.8})	Texpon (3 ,0 ,20) 天
购买家庭贮存	Discrete ({U (5 ,10) , U (10 ,35) } , {0.5 ,0.5})	Texpon (7 ,0 ,30) 天
自产鲜蛋贮存	Uniform (10 ,35)	Texpon (14 ,0 ,90) 天

1.3.2.4 微生物生长动力学 研究发现,对天然或人工感染沙门氏菌的母鸡所生产的鸡蛋,污染部位主要存在于蛋清与蛋黄膜,存在于蛋黄的情况很罕见。蛋清中所含的抑菌物质不利于细菌的生长,而蛋黄中的营养物质可以使细菌快速生长繁殖。鸡蛋内细菌的生长依赖于蛋黄膜通透性的增加。随着保存时间的增加,蛋黄膜开始在分子水平发生变化,这种变化使得污染蛋内的沙门氏菌得到生长所需的蛋黄膜内的营养物质。除非蛋黄膜通透性已经发生了变化,否则,污染鸡蛋里的沙门氏菌菌量几乎很小或不发生变化。这一时期称为迟滞期。一旦蛋黄膜的通透性足够使沙门氏菌生长,鸡蛋内的细菌就会繁殖。蛋黄膜通透性的变化依赖时间和温度,蛋黄膜破裂的时间是温度的函数。^[21,22]

在这一阶段暴露评估中需要计算迟滞期与指数生长率。

迟滞期即蛋黄膜破裂时间(yolk membrane breakdown time , YMT) 。 YMT 变量就是计算一定温度下鸡蛋能够抑制蛋内污染菌生长的天数。其计算公式为:

log₁₀ YMT = 2.07 - 0.04 T

YMT:以天为单位,温度 T:以℃为单位。

在以上所述的“分配与储存”的每一个阶段都要计算该阶段温度下的 YMT。如果该阶段的贮藏时间短于计算的该阶段的 YMT,则计算该阶段时间所占 YMT 的百分数,这一百分数累积到下一阶段。当某一阶段累积的 YMT 百分数等于或大于 100 %时,即表示蛋黄膜不能维持其完整性,通透性增高,蛋中沙门氏菌在那一阶段即开始生长。其菌数的增长根据那一阶段剩余的时间和随后各阶段持续的时间和相应的各阶段的温度确定。

一旦蛋黄膜破裂过程完成,沙门氏菌的指数生长即开始。细菌的生长率也是时间与温度依赖的。指数生长率 (exponential growth rate, EGR) 计算公式为:

(EGR)^{1/2} = - 0.13 + 0.04 T

EGR 以(代/h)为单位,温度 T 以℃为单位。

每一阶段的生长都是本阶段起始菌量 (logs/egg)、本阶段开始时所剩 YMT 的量 (%)、温度 (°C) 与持续时间 (h) 的函数。

假设沙门氏菌的生长在 10 logs 时停止。

2 结果与分析 由于本模型只涉及内部污染沙门氏菌的鸡蛋,对于其它来源的沙门氏菌污染(如,鸡蛋产出后,由外部的沙门氏菌通过蛋壳渗透到鸡蛋内部)未纳入本次评估。假设鸡蛋中存在沙门氏菌污染,则在鸡蛋运输、贮存等过程中无沙门氏菌的死亡,仅有菌量的增长或不变。

模型的参数与结果都是以概率与频率分布描述的。这些分布反映了根据可获得的信息对某一特定变量的认知程度。模型的一次模拟进行 10 000 次重复计算。每一次计算时从每一个变量的分布中随机抽取一个值,然后用这些随机选择的数值完成所有的计算。

2.1 污染蛋产量 根据生产阶段参数推算每年全国鸡蛋产量 3.43 ×10¹¹ 个,其中带壳鲜蛋消费量约为总产量的 60 %,为 2.05 ×10¹¹ 个/年,平均有 2.5 ×10⁸ 个带壳鲜鸡蛋被沙门氏菌污染。由生产阶段模型模拟 10 000 次得到全国鸡蛋的污染率与污染数量,见表 4。

由于沙门氏菌的群流行率与群内流行率的资料多数都是 20 世纪 80 年代末、90 年代初的资料,可能与当前的情况有很大出入,而且因为检测方法可能不统一,检测结果相差非常大,以此数据估计的参数范围也很大,如阳性群内的沙门氏菌流行率估计在 0.05 %~21 %之间。所以模拟得到的结果范围也很

大,如表 4,每年生产的沙门氏菌污染鸡蛋的数量是 3.2 ×10⁶~1.8 ×10⁹ 个/年。每年以带壳鲜蛋形式被消费的污染了沙门氏菌的鸡蛋数量为 1.9 ×10⁶~1.1 ×10⁹ 个(5th~95th 百分位点值)。全国鸡蛋的污染率也从 <0.001 %到 >1.5 %,范围非常宽。此外,因为蛋鸡场的感染资料缺乏,模型中多是以种鸡场的鸡白痢感染资料代替,所以与实际情况也会有差异。

表 4 鸡蛋污染率与污染数量

结果	5 %位点	均值	95 %位点
全国鸡蛋污染率	9.3 ×10 ⁻⁶	0.12 %	0.52 %
大企业生产鸡蛋污染率	8.5 ×10 ⁻⁶	0.11 %	0.48 %
散养户生产鸡蛋污染率	9.5 ×10 ⁻⁶	0.13 %	0.53 %
全国污染鸡蛋总数/年	3.2 ×10 ⁶	4.2 ×10 ⁸	1.8 ×10 ⁹
大企业生产污染蛋总数/年	7.1 ×10 ⁵	9.4 ×10 ⁷	3.9 ×10 ⁸
散养户生产污染蛋总数/年	2.5 ×10 ⁶	3.3 ×10 ⁸	1.4 ×10 ⁹
消费的污染带壳蛋数/年	1.9 ×10 ⁶	2.5 ×10 ⁸	1.1 ×10 ⁹

美国农业部的关于消费带壳蛋引起人类沙门氏菌病的危险性评估预测模型^[23]估计:美国每年生产的全部 6.5 ×10¹⁰ 个鸡蛋中 4.7 ×10¹⁰ 个鸡蛋以带壳蛋形式被消费,其中被肠炎沙门氏菌污染的鸡蛋平均为 2.3 ×10⁶ 个。

在检测鸡群内鸡只沙门氏菌感染率时发现:不同鸡龄检测得到的阳性率会有差别。^[24] 由于我国的国情和生产实际,一般认为过早检疫,多次检疫,多次淘汰阳性鸡,经济损失太大,一般只在鸡只开产前通过检疫淘汰阳性鸡,开产后再检疫淘汰。^[25] 但国外专家认为感染的鸡群会在它们的生长期持续感染,并且会通过感染的蛋鸡与污染的环境将沙门氏菌传播到新的蛋鸡。^[26] 我国的鸡蛋产量高,并且由于蛋鸡生产的管理上可能存在的一些问题,因此蛋鸡污染情况可能更严重一些,每年被消费的污染了沙门氏菌的带壳鲜蛋数量比美国约高 100 倍(分别为 2.5 ×10⁸ 和 2.3 ×10⁶)。

2.2 起始菌量 消费前每个污染鸡蛋中的沙门氏菌菌量平均 70 CFU(5th~95th 百分位点值:14 CFU 与 172 CFU),90 %以上的污染鸡蛋中的菌量 <140 CFU。

2.3 累积 YMT % 影响蛋内沙门氏菌菌量的主要因素是鸡蛋在食物链中各阶段(生产、分配、贮存等环节)所经历的温度与时间。通过购买途径与自给自足途径消费鲜蛋由于运输与贮存的温度与时间不同,因此在贮存后烹调前鸡蛋蛋黄膜破裂时间累积百分数(累积 YMT %)也有不同。累积 YMT %表示的数值 <1 时,蛋清内的抑菌物质发挥作用,蛋内污染的沙门氏菌数量不能增加;当数值 ≥1 时,鸡蛋的蛋黄膜即不能保持其完整性,蛋黄膜的破裂导致污



染蛋内的沙门氏菌开始生长繁殖。

由于蛋黄膜失去其完整性的时间与蛋黄膜破裂后鸡蛋内沙门氏菌的生长率的不同,烹调前两种途径下鸡蛋内的菌量也有所差异。经过购买与自给自足方式消费鲜蛋的两个途径,烹调前每个鸡蛋的累积 YMT %与沙门氏菌含量见表 5。

表 5 两种不同来源途径烹调前
污染蛋的累积 YMT 与沙门氏菌菌量

参数	购买途径	自给自足途径
累积 YMT %		
最小值	4	0.003
均值	89	116
最大值	885	1800
5 %~95 %位点值	25~217	4~417
值 < 100 %的概率	71	65
烹调前菌量(log)/只蛋		
最小值	0.01	0.2
均值	3.8	4.5
最大值	10	10
5 %~95 %位点值	1.2~10	1.2~10

由上表可以看到:经过不同消费途径鸡蛋贮存
的温度与时间不同,所以累积 YMT %也有不同。如
前所述,累积 YMT %与温度和时间有关。自给自足
途径的鸡蛋虽然中间经过的运输、储存等步骤较少,
但由于贮存温度可能较高、时间也可能较长,所以累
积 YMT %的最大可能值也会很高,达 1 800 %,而购
买途径的鸡蛋虽然经过的中转步骤多,有时时间也
很长(如零售前贮存时间设置的最长可达 180 d),但
由于温度都较低,所以其最大值仅为 885 %。经过
分配贮存阶段,在烹调前累积 YMT %达 100 %的概
率两条途径分别为 71 %与 65 %,即污染蛋内沙门氏
菌分别有 71 %与 65 %的概率经过贮存后至烹调前
未生长繁殖。

由于设定污染蛋内沙门氏菌数量增殖不会超过
10(log) (因为细菌快速繁殖,大量的营养物质被消
耗与细菌代谢产物的排出,限制了菌量无限制地繁
殖,因此根据细菌生长规律设定这一最高菌量),因
此经过两条途径(购买与自给自足方式)的烹调前菌
量的最小值分别为 0.01 (log) 与 0.2 (log),最大值均
为 10(log),5 %~95 %位点值均为 1.2~10 (log)。均
值有些差异:前者 3.8(log);后者 4.5(log)。

3 讨 论

3.1 目前由于种种原因,发展中国家可用来建立危
险性评估模型的资料非常缺乏,尤其是定量资料非
常有限。但即使是这样,仍有专家建议只要有可能
就要进行定量危险性评估,^[27] 建立一个定量危险性

评估模型可以很快地找到哪些环节需要被更多地关
注及研究。

在资料缺乏的情况下建立危险性评估模型时可
以考虑选用其他国家适宜的资料代替。如沙门氏菌
的流行率数据可能是国家特异性的,而该菌的生长
规律则是一般性普遍适用的资料。^[28] 本模型运用了
加拿大模拟鸡蛋中沙门氏菌生长的计算公式。
FAO/WHO 专家^[26] 认为预测微生物学应该是任何国
家进行鸡蛋中沙门氏菌暴露评估中的共有成分,虽
然各国的环境条件不同,温度与时间的分布也不同,
但无论在什么地域,蛋中微生物的行为应该是一致
的。在没有其它沙门氏菌生长动力学资料的情况
下,FAO/WHO 专家推荐使用这些计算公式。

3.2 模型以概率或频率分布来描述参数或结果。
这些分布反映了根据已知资料的信息所得到的对特
定变量的认知程度。在建立模型的整个过程中还使
用了许多假设,大多数情况下这些假设意味着在这
些地方还需要进一步研究或收集资料来获得信息。

在模拟沙门氏菌在鸡群中的流行率时,沙门氏
菌的蛋鸡污染数据很少,本模型大多利用的是鸡白
痢沙门氏菌(*S. pullorum*)感染鸡群的数据。许多资
料显示鸡白痢沙门氏菌对人类的致病性很小。^[29] 美
国每年上报 CDC 的菌株中肠炎沙门氏菌(*Salmonella*
enterica)非常多,其中 1996 年肠炎沙门氏菌占到所
有上报到 CDC(disease control and prevention)的沙
门氏菌分离株的 24.5 %,所以 USDA(Unite States De
partment of Agriculture)在 1996 年组建了一个由带壳蛋
与蛋制品引起肠炎沙门氏菌病的定量危险性评估小
组,专门评估肠炎沙门氏菌的危险性。^[30] 但 FAO/
WHO 的专家在综合了文献报道的定量资料后发现,
这些流行病学资料并不能证实肠炎沙门氏菌比其它
沙门氏菌血清型有更高的发病率或致病性,或相
反。^[31] 为此,本模型未针对某一或几种血清型,所收
集的资料涉及了除伤寒沙门氏菌外的所有其它血清
型的沙门氏菌。

在估计鸡群内沙门氏菌流行率时,我国的鸡群
感染率监测资料很少,这对定量分析是一个很大的
数据缺陷,使数据的不确定性大大增加。在模拟阳
性鸡群所生产的鸡蛋的污染率时是通过蛋鸡的群内
感染率和实验室获得的感染蛋鸡所生产的鸡蛋的污
染率数据来模拟的。有专家认为这样模拟会比利用
直接的鸡蛋抽检数据增加鸡蛋污染率的不确定性。

对于鸡蛋刚刚生产出来时污染蛋内的菌量,国
内没有报道,国外对此研究得也很少。本模型所采
用的是国外学者检测的自然污染沙门氏菌的鸡蛋的
定量资料。这一数据可能会受到一些因素的影响,

如沙门氏菌菌株、蛋鸡的品系、环境因素等。这就需要我国的检测数据来定量沙门氏菌阳性蛋中的菌量,尤其是自然污染的鸡蛋的数据。届时,模型中加入新资料会使模型更准确地反映我国的实际问题。

鸡蛋各阶段的贮存温度与时间是非常重要的危险性因素,但遗憾的是,目前几乎没有可以利用的资料来定量这些参数的分布,所以卫生部门应当与工业或商业等部门合作,作好调查工作。

参考文献:

- [1] Codex Alimentarius Commission. Draft principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment. ALINOR 99/13A. 1998 [EB/OL]. <http://www.who.int/fsf/mbriskassess/pdf/9913ap20.pdf>.
- [2] CAC. Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment cac/g[Z]. 1999,1—30.
- [3] Lammerding A M, Fazil A. Hazard identification and exposure assessment for microbial food safety risk assessment [J]. Int J food Microbiol, 2000, 58:147—157.
- [4] FAO/WHO. Report of a joint FAO/WHO expert consultation on risk assessment of microbiological hazards in foods. Exposure assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods[Z]. 2000, FAO, Rome.
- [5] 刘秀梅. 食源性微生物的危险性分析[J]. 中华流行病学杂志, 2003, 24(8):665—669.
- [6] 卫生部食物中毒年报 1991~1996[Z].
- [7] 国家统计局综合司,新华财经信息咨询有限公司,主编. 中国区域经济统计年鉴 2000[M]. 北京:海洋出版社, 2000. 12.
- [8] 中国农业年鉴编辑委员会编. 中国农业年鉴 2001 [M]. 北京:中国农业出版社, 2001. 11.
- [9] 简报[Z]. 中国畜产与食品, 1998, 5(6):285.
- [10] 甘孟侯, 张中直, 陈福勇, 等. 鸡白痢系列净化措施的研究 I. 鸡白痢污染情况的调查[J]. 中国兽医杂志, 1989, 15(8):6—7, 11.
- [11] Vose D. Risk analysis—A quantitative guide[M]. 2nd edition. England: John Wiley & Sons Ltds. 2000.
- [12] Vose D. The application of quantitative risk assessment to microbial food safety[J]. J Food Prot, 1998, 61(5):640—648.
- [13] 甘孟侯, 张中直, 陈福勇, 等. 鸡白痢系列净化措施的研究 VIII 兽医卫生措施的实施[J]. 中国兽医杂志, 1991, 17(7):6—7.
- [14] 张艳华, 关淑娟, 李宏岩. 哈尔滨市种鸡场鸡白痢防治综合措施[J]. 中国动物检疫, 1999, 16(3):17—18.
- [15] 宋庆华, 蔡仲友, 何晖. 种鸡场鸡白痢监测与综合防治[J]. 中国动物检疫, 1998, 15(6):14—15.
- [16] 陈福勇, 张中直, 甘孟侯, 等. 鸡白痢系列净化措施的研究 V. 鸡白痢阳性鸡各器官与鸡蛋携菌情况的调查[J]. 中国兽医杂志, 1990, 16(5):9—11.
- [17] 北京市统计局. 北京统计年鉴 2000[M]. 北京:中国统计出版社, 2000.
- [18] 中国畜牧业年鉴编辑委员会. 中国畜牧业年鉴 1999 [M]. 北京:中国农业出版社, 2000.
- [19] 王济民, 袁学国, 李志强, 等. 城乡居民畜产品消费结构与消费行为[J]. 中国食物与营养, 2000, 2:9—12.
- [20] 杨柏萱. 我国禽蛋产销状况及进出口情况[J]. 中国养鸡, 2001, 8:5.
- [21] Humphrey T J, Whitehead A, Gawler A H L, et al. Numbers of *Salmonella enteritidis* in the contents of naturally contaminated hens' eggs[J]. Epidemiol Infection, 1991, 106:489—496.
- [22] Humphrey T J, Whitehead A. Egg age and the growth of *Salmonella enteritidis* PT4 in egg contents[J]. Epidemiol Infect, 1993, 111:209—219.
- [23] USDA-FSIS. *Salmonella enteritidis* risk assessment: Shell eggs and egg products. 1998 [DB/OL]. <http://www.fsis.usda.gov/ophs/risk/index.htm>. 1998—08—12.
- [24] 张中直, 陈福勇, 甘孟侯, 等. 鸡白痢系列净化措施的研究 III 鸡白痢血清阳性鸡抗体消长情况的观察[J]. 中国兽医杂志, 1989, 15(10):11—12, 22.
- [25] 陈福勇, 张中直, 甘孟侯, 等. 鸡白痢系列净化措施的研究 IV. 不同日龄白痢阳性鸡剖杀菌检[J]. 中国兽医杂志, 1989, 15(11):6—8.
- [26] WHO. Joint FAO/WHO expert consultation on risk assessment of microbiological hazard in foods. Exposure assessment of *Samonella enteritidis* in eggs [Z]. Rome Italy: 2000, July:17—21.
- [27] Voysey P A, Brown M. Microbiological risk assessment: a new approach to food safety control[J]. Int J Food Microbiol, 2000, 58:173—179.
- [28] Kelly L. Data and approaches for undertaking risk assessment: exposure assessment[Z]. WHO \ FAO \ MHO \ IL-SI 2002 Workshop on microbiological risk assessment. Beijing China. 2002, May, 10—11.
- [29] Coleman M, Marks H. Topics in dose-response modeling [J]. Journal of Food Protection, 1998, 61:1550—1559.
- [30] Mishu B, Koehler J, Lee L A, et al. Outbreaks of *Salmonella enteritidis* infections in the United States, 1985~1991 [J]. J Infect Dis, 1994, 169:547—552.
- [31] WHO. Joint FAO/WHO expert consultation on risk assessment of microbiological hazard in foods. Hazard Identification and hazard characterization of *Samonella* in broilers and eggs[Z]. Rome Italy: 2000, July, 17—21.

[收稿日期:2004-02-24]

中图分类号:R15;R378.22 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2004)03-0201-06