



肉类微生物学

- 1 肉类微生物学概论
 - 1.1 微生物的概念
 - 1.2 微生物的生物学特性
 - 1.3 肉类微生物学历史
 - 1.4 肉类微生物学的内容与研究任务
 - 1.5 微生物在肉制品中的控制
- 2 革兰氏阳性食源性致病菌
 - 2.1 肉毒梭菌
 - 2.2 产气荚膜梭菌
 - 2.3 单核增生性李斯特菌
 - 2.4 蜡样芽胞杆菌
 - 2.5 金黄色葡萄球菌
- 3 革兰氏阴性食源性致病菌
 - 3.1 沙门氏菌
 - 3.2 出血性大肠杆菌
 - 3.3 小肠结肠炎耶尔森氏菌
 - 3.4 空肠弯曲杆菌
 - 3.5 志贺氏菌
- 3.6 副溶血性弧菌
- 3.7 霍乱弧菌
- 3.8 变形杆菌
- 3.9 布氏杆菌
- 4 其他重要的肉类微生物
 - 4.1 霉菌
 - 4.2 酵母
 - 4.3 病毒
 - 4.4 肉类发酵剂
 - 4.5 肉类腐败菌
- 5 肉类微生物的控制
 - 5.1 化学性方法
 - 5.2 物理性方法
 - 5.3 抗生素类
 - 5.4 HACCP体系
 - 5.5 食品微生物的快速检验

本期作者简介:

王盼盼: 1984年生, 山西临汾人 西南大学, 食品科学学院, 硕士研究生
 攻读专业: 农产品加工及贮藏工程
 研究方向: 现代食品加工理论与技术
 写作题目: 肉类中的病毒
 E-mail: wangpanpan1998@163.com

发表论文:

- 1 肉类食品的现状、问题及对策 《肉类研究》2007年2期
- 2 辐照食品的安全性 《肉类研究》2007年7期
- 3 基因芯片在肉品检测中的应用 《肉类研究》2008年1期
- 4 Applications of DNA chip in meat product sdetction 《肉类研究》2008年6期
- 5 肉类中的霉菌 《肉类研究》2008年7期
- 6 肉类中的酵母菌 《肉类研究》2008年8期



图1 疯牛病

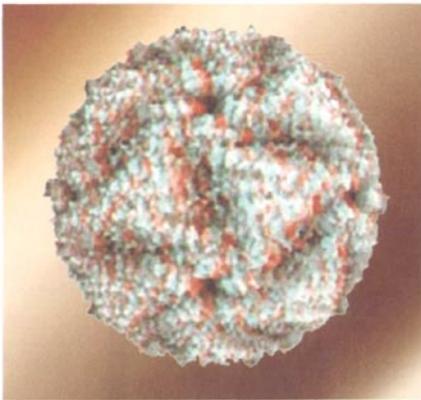


图2 口蹄疫病毒



图3 禽流感病毒

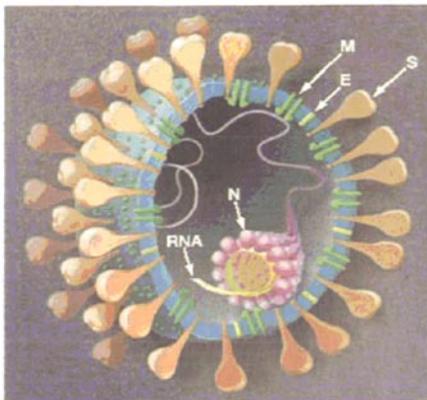


图4 冠状病毒

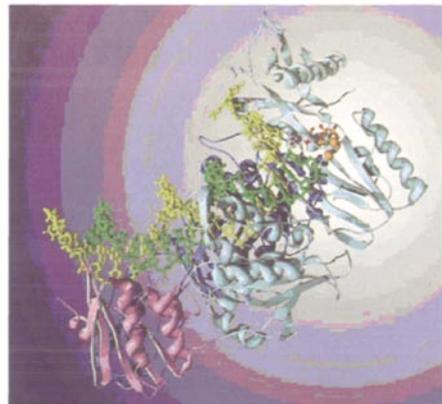


图5 诺瓦克病毒

肉类微生物学(六)

Meat Microbiology(part6)

肉类中的病毒

王盼盼

(西南大学 食品科学学院 重庆 400716)

摘要: 肉类食品, 由于其结构和营养成分与人体相似, 可以提供很多人类生长发育的营养成分, 因此肉类食品的安全也越来越引起人们的重视, 本文主要介绍了肉品中常见的病毒, 病毒的特点, 病毒的形态结构与化学组成, 病毒的分类等, 为肉类中病毒的控制与检测提供一定的理论基础。

关键词: 病毒; 朊病毒; 禽流感病毒; 口蹄疫病毒

Virus in Meat Products

WANG Panpan

(Food Science College, Southwest University, Chongqing 4000716, China)

Abstract: The structure, composition and nutrition of meat product are similar to the human body. It could provide many nutritional ingredients for the growth and development of human body. Therefore the safety of meat product becomes more and more important. This paper summarized the characteristics, structure, chemical composition and classification of the virus. It could provide theoretical basis for controlling and detecting virus in meat product.

Key words: Virus; Prion; Avian influenza virus; Foot and mouth disease virus

中图分类号: TS201.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-8123(2008)09-0029-05

0 前言

目前已经发现的病毒有3600多种, 它们广泛分布在自然界中, 无论动物、植物和人类都可能受到病毒的危害, 由微生物引起的人类传染病中, 有80%是病毒引起的。病毒性疾病的特点是: 流行面广, 传染性高, 由较高的死亡率。因此, 掌握病毒的特性, 认识病毒的传染和发病的特点, 对控制病毒带给人类的危害, 防止病毒对食品造成污染以及减少发酵食品生产中因噬菌体污染而造成的损失均有一定的意义。

病毒是一类比细菌更微小, 能通过细菌过滤

器, 只含有一种类型的核酸(RNA或DNA), 仅能在活细胞内生长繁殖的非细胞形态的微生物, 病毒属于最小的生命形态。肉类中存在的病毒^[1]主要有朊病毒(prion), 禽流感病毒(avian influenza virus), 口蹄疫病毒(foot and mouth disease virus), 诺瓦克病毒(norwalk virus), 冠状病毒(coronavirus)等。

1 病毒的特点^[2]

病毒结构简单, 只含有一种核酸DNA或RNA, 核酸构成病毒的基因库, 它通过基因组复制和表达, 产生子代病毒的核酸和蛋白质, 随后装配成完

整的病毒粒子。病毒没有细胞壁，不进行蛋白质、糖和脂类的代谢活动。

病毒没有完整的酶系统，不具备其他生物“产能”所需的遗传信息，所以病毒不能在人工培养基上繁殖，必须进入活细胞，依靠寄主细胞的酶类和产能机构，借助寄主细胞的生物合成机构复制自己的核酸以及合成由核酸编码的蛋白质，病毒的生物合成实际上是病毒遗传信息控制下的细胞生物合成过程。某些病毒的基因片段，也可以整合到寄主细胞核染色体的基因组中，随细胞的复制而复制，可引起潜伏感染。

在活细胞内存在的病毒，对于能干扰细胞代谢的各种因素具有明显的抵抗力，例如病毒对甘油有耐受作用，不像细菌等微生物那样可以被甘油脱水而死，亦可抗多种抗生素；病毒在寄主外存在时，它只保留着在适宜条件下感染寄主的潜在能力，这种潜在的感染能力很容易变性失活；X射线、 γ 射线、紫外线照射都能使病毒变性失活；病毒对温度敏感，在55—60℃，病毒悬液几分钟就变性；常用甲醛来消毒污染的病毒器具和空气。

2 病毒的形态结构与化学组成^[3]

2.1 病毒的形态结构

病毒的形态是指在电子显微镜下看到的病毒的大小、形态和结构。病毒的种类繁多，形态结构各具特点，一般为球状棒杆状、蝌蚪状、多角状和线状等植物病毒和昆虫病毒多数为线状和杆状（如家蚕核型多角体病毒、烟草花叶病毒），少数为球状（如花椰菜花叶病毒）；人、动物和真菌的病毒大多呈球状（如腺病毒、蘑菇病毒），少数呈弹状或者砖状（如弹状病毒、痘病毒）；细菌性病毒称为噬菌体（bacteriophage），有些呈蝌蚪状（ T_2 、 T_4 、 λ 噬菌体），有些呈线状（fd、 M_{13} ）或球状（ MS_2 、 ϕX_{174} ）。

大多数病毒都小于细菌，可以通过细菌过滤器，只有在电子显微镜下，才能直接观察和测定，细菌的大小以 μm 表示，病毒的大小以nm计，病毒的直径从10—300nm不等，通常在100nm左右，与蛋白质分子的大小十分接近。较大的病毒如痘病毒，大小为50—200×250—300nm，最小的病毒大小仅为9—11nm。

病毒主要有壳体（capsid）和核酸（nucleic acid）2部分组成，壳体和核酸统称为核壳（nucleo-capsid）。某些病毒的核壳外还有一层外套称为包膜（envelope），有的包膜上还有刺突（spike），

包膜上还有脂肪和蛋白质组成。壳体的化学成分是蛋白质，是由称为壳粒（capsomer）的亚单位组成。壳粒是在电镜下能见的最小形态学单位，由一种或多种肽链折叠而成。

依据壳粒在壳体上的不同排列，病毒有下列3中形态结构：

2.1.1 立方体对称

它们的核壳是由不同数量的壳粒按一定方式排列而成的立方对称体。这些壳粒沿着3根相互垂直的轴形成的对称体，壳体一般为二十面体，它有20个面，每个面都是一个等边三角形、30条棱和12个顶角。腺病毒的壳体是这类结构的典型代表，它是由252个球形的壳粒排列而成的二十面的对称体，每个边上含有6个衣壳粒。

2.1.2 螺旋对称

具有螺旋对称结构的病毒多数是单链RNA病毒，病毒粒子形态为线状（如大肠杆菌噬菌体 $\phi 1$ ）、弯曲杆状（如马铃薯X病毒）和直杆状（如烟草花叶病毒）。这类病毒的壳体是由壳粒一个挨一个地呈螺旋对称排列而成，核酸位于壳体地的螺旋状结构中。烟草花叶病毒的杆状壳体由2130个壳粒螺旋排列而成，约有130个螺旋，壳体全长约300nm，螺距约为2.35nm，平均每3个螺旋就有49个衣壳粒。

2.1.3 复合对称

复合对称的病毒壳体是由2种结构组成，既有立方体对称部分，也有螺旋对称部分，如大肠杆菌 T_4 噬菌体。 T_4 噬菌体如蝌蚪状，其头部外壳由8种蛋白质组成，呈椭圆形二十面体，含212个壳粒，核酸埋藏在蛋白质外壳中。 T_4 噬菌体的尾部为螺旋对称结构，含有2种分子质量较大的蛋白质和4个分子质量较小的蛋白质，由144个壳粒组成，排成棒状，共分24个螺旋。尾部中央为尾髓，中空，是注射核酸的通道。

2.2 病毒的化学组成

多数病毒只含核酸和蛋白质2种化学成分，少数大型病毒还含有糖类和脂类。

2.2.1 病毒蛋白

病毒粒子的蛋白构造随病毒的种类有所不同，结构简单的小型病毒只有3—4种蛋白质，结构复杂的病毒，蛋白质种类多达100种以上。蛋白质在病毒中的含量随着病毒的种类而异，一般占病毒粒子总重的70%以上，少数蛋白质含量较低，为30%—40%。狂犬病毒的蛋白质含量约占整个病毒粒子的96%，而大肠杆菌 T_3 、 T_4 噬菌体只占40%。

病毒蛋白质大多以壳粒的形式镶嵌组成病毒粒子的衣壳,壳粒又由相同或不同的多肽链构成。它由结构蛋白和非结构蛋白之分,结构蛋白质是主要蛋白质,病毒粒子的蛋白质可以分为4个主要种类:衣壳蛋白、基质蛋白、囊膜蛋白和酶蛋白。衣壳蛋白包裹核酸,形成保护性外壳;病毒蛋白与核酸结合而成复合体,即为核衣壳;基质蛋白位于外层脂质和衣壳之间,可以维持病毒内外的结构;囊膜蛋白主要是糖蛋白,位于囊膜表面。病毒蛋白具有较高的毒性作用,是使机体发生各种毒性反应的主要成分。

2.2.2 病毒核酸

病毒中只含有一类核酸DNA或RNA,含DNA的病毒称为DNA病毒,含RNA的病毒称为RNA病毒,至今没有发现一种病毒同时兼有2类核酸。大多数植物病毒的核酸为RNA,少数为DNA;动物病毒,包括昆虫病毒,则部分是DNA,部分是RNA;噬菌体的核酸大多数为DNA,少数为RNA。

病毒的核酸含量随病毒种类而异,通常在1%~5%之间。形态结构复杂的病毒,核酸含量较多,如结构复杂的T₂噬菌体核酸含量超过50%,而结构简单的新城疫病毒核酸含量还不到1%。大部分病毒的遗传物质为DNA,少数的RNA病毒能以RNA为遗传物质。病毒的核酸主要也有4种核苷酸组成,只是病毒所含的核苷酸比高等生物少的多,一般只含有10³~10⁶个核苷酸。

2.2.3 糖类和脂类

病毒所包含的糖类主要是葡萄糖、龙胆二糖、半乳糖和岩藻糖等,这些糖以糖苷键直接与碱基相连或者以氨基酸残基相连,以糖蛋白的形式存在,糖蛋白位于有包膜病毒的表面,与血清反应有关。

病毒所包含的脂类主要是一些磷脂、中性脂肪和胆固醇,主要存在于包膜中。

3 病毒的分类^[4]

病毒由于个体极小,直到1897年,由荷兰细菌学家哲林克首先提出了“病毒”的概念。1939年,法国科学家考施利用电子显微镜观察烟草花叶病毒,人类才第一次看到了病毒的真实面目,迄今人们已经发现了3600多种病毒,病毒的分类始终是有关学者不断研究的课题,但是目前关于病毒的分类还不完善,还不成熟。

病毒分布广泛,具有专性寄生特性,会引起寄主的特定病害,在早期病毒中,以寄主的种类和寄主的症状作为分类的依据,以致病性为病毒命名。

在20世纪30年代,病毒学家提出了以症状特征为依据的分类系统,根据病毒的寄生性质,将病毒分为动物病毒,植物病毒和噬菌体三大类,由于它方便实用,至今都被采用。

随着对病毒的研究深入,病毒尤其是噬菌体是一种良好的抗原与抗体之间的反应,和其他的常见抗原抗体反应相似,在20世纪40年代初,提出了以血清学反应为依据的分类方法,主要用于噬菌体的分类。

随着电子显微镜技术的发展,又提出了以形态特征为依据的分类方法,将病毒分为棒状、球状和其他形态。

4 肉品中的病毒^[5]

肉品中常见的病毒有朊病毒(prion),禽流感病毒(avian influenza virus),口蹄疫病毒(foot and mouth disease virus),诺瓦克病毒(norwalk virus),冠状病毒(coronavirus)等。

4.1 朊病毒(prion)

朊病毒(朊蛋白颗粒,prion),是一类能引起哺乳动物和人的中枢神经系统变性疾病的传染性的病原因子。这类朊病毒耐高温,加热到360℃仍然有感染力,疯牛病的脑组织匀浆,经134℃高温维持1个小时后,动物试验仍有感染力;在37℃下200mL/L的甲醛处理10个小时或者3.5mL/L的甲醛处理3个月不能使其灭活,在室温下100~2000mL/L的甲醛溶液中可以存活28个月;对紫外线、离子辐射、超声波也具有较强的抵抗力;朊病毒对戊二醛、EDTA、核酸酶、高温有很强的抵抗力。朊病毒的感染潜伏期长,不会引起宿主免疫应答,不破坏宿主B细胞和T细胞的免疫功能;无炎症反应,对干扰素不敏感,不诱生干扰素;免疫抑制剂、免疫增强剂等不能改变潜伏期和病程;患病后不会康复或减轻,最终结果是死亡。疯牛病就是由朊病毒引起中枢神经系统的传染病,疯牛病^[6](mad-cow disease)又称牛脑海绵状病(bovine spongiform encephalopathy, BSE),是一种由非常规致病因子引起的危害牛中枢神经系统的传染病,是慢性消耗致死性的传染病,病牛主要表现为精神状态失常、共济失调、全身麻痹、搔痒、烦躁不安、感觉过敏、中枢神经系统灰质空泡化等神经症状,以死亡告终。

1985年在英格兰发现了第一例疯牛病;1986年英国的Weybridge中央兽医实验室对其做了脑组织学检查,诊断为痒病样海绵状病毒;2000年新一

轮疯牛病在欧洲爆发^[7]；迄今疯牛病在欧、亚二十多个国家和地区发生和蔓延^[8]。我国将疯牛病的研究列入“863”国家攻关计划，在加强对病原朊粒的分子生物学、病原学研究的同时，还将对朊粒子的检测、消毒、除害等进行一系列研究，提高对疯牛病的认识和预防。目前发现疯牛病的国家和地区几十个，危险最大的是英国、葡萄牙等；其次是比利时、德国、法国、爱尔兰、意大利、卢森堡、荷兰、瑞士、西班牙、列支敦士登等；韩国与蒙古共和国也发现了疯牛病；在中国目前尚未发现^[9]。

疯牛病对人类的危害，不仅仅是造成经济上的损失和影响外贸，更严重的是食用疯牛病的肉可以导致人体发生新型的变异型克-雅氏病，此病是不治之症，患新型的变异型克-雅氏病，最初表现为冷漠、进行性共济失调、记忆受损、阵发性痉挛，多在1年内死于全身感染^[10]。

4.2 禽流感病毒 (avian influenza virus)

禽流感病毒 (AIV) 即禽流行性感冒病毒 (avian influenza virus) 属于正粘病毒科 (Orthomyxoviridae)，甲型流感病毒属 (influenza virus A)。甲型流感病毒呈多形性，球形直径一般为80-120nm，有囊膜。基因组为分节段单股负链RNA。依据外膜蛋白血凝素抗原 (HA) 和神经氨酸酶 (NA) 的不同，可分为15个H亚型 (H1-H15) 和9个N亚型 (N₁-N₉)^[11]。甲型流感病毒除感染人外，还可感染猪、马、海洋哺乳动物和禽类，禽流感病毒亚型主要为H₂N₁、H₅N₂、H₇N₇，感染H₅N₁的患者病情重，病死率高^[12, 13]。

禽流感病毒的潜伏期一般为1-3天，通常在7天以内；对热比较敏感，65℃加热30分钟或100℃，2分钟以上可以灭活；对乙醚、氯仿、丙酮等有机溶剂敏感，常用的消毒剂容易将其灭活，如氧化剂、稀酸、十一烷基硫酸钠、卤素化合物等都能迅速破坏其传染性；禽流感病毒不耐干燥，在阳光直射下40-48小时即可灭活，用紫外线直接照射，可迅速破坏其传染性；在粪便中可存活1周，在pH<4.1的条件下也具有存活能力；病毒对低温抵抗力较强，在22℃的水中可存活4天，在0℃的水中可存活30多天，甘油保护的情况下可保持活力1年以上^[14, 15]。

首次爆发禽流感是1878年在意大利，1901年Centanni Saranzuzzi 分离和描述了该病的病原，1955年Schafer 证实该病原属于A型流感病毒；1997年5月我国香港地区的一个养鸡地出现这一区域首例禽流感病例，1997年8月世界上首次证实禽甲型禽

流感H₅N₁感染人类，之后相继有H₉N₂、H₇N₇亚型感染人类的报道；2003年3月荷兰东部靠近德国边界的6个农场发现H₇N₇型禽流感病毒爆发期间80人感染，德国也出现案例；2004年1月，在我国广安首先发生高致病性禽流感，之后在湖北、湖南发生疫情并确诊为高致病性禽流感^[16, 18]。

感病毒后的早期表现类似普通型流感，主要为发热、咳嗽、全身小适、肌痛、等类似流感症状；部分患者病情较重，会出现肺炎、呼吸衰竭、心衰等并发症，伴有流涕、鼻塞、咳嗽、咽痛、头痛和全身不适；有些患者有恶心、腹痛、腹泻、稀水样便等消化道症状；重症患者病情发展迅速，可出现肺炎、急性呼吸窘迫综合症、肺出血、胸腔积液、血细胞减少、肾功能衰竭、败血症、休克及Reye综合症等多种并发症^[19, 20]。

4.3 口蹄疫病毒 (foot and mouth disease virus)

口蹄疫病毒 (FMDV) 属于小核糖核酸病毒科 (Picornaviridae) 口蹄疫病毒属，由假20面体对称的衣壳和病毒核酸构成，呈球形，直径20-30nm，分子质量6.9×10³ku，沉降系数146s，无囊膜，在病畜水疱皮内及淋巴液中含量最多，致病力强^[21]。口蹄疫病毒结构简单，有7个主型 (O、A、C、南非SATI型、SATII型、SATIII型、亚洲Asia I型)，83个亚型，同型内的亚型之间有部分交叉免疫性，不同型之间没有交叉免疫性。该病毒有VP1、VP2、VP3、VP4 4种结构蛋白，其中VP1和VP3是主要的免疫性抗原^[22]。

口蹄疫病毒对低温稳定，但口蹄疫病毒不耐高温，加热能很快杀死它，60℃，15min 或者70℃，10min 即可将其灭活；对酸、碱特别敏感，在低酸或高碱环境中可瞬间被杀死；紫外线和电离辐射对其有杀灭作用；对蛋白酶、脂溶剂、蛋白变性剂等具有抵抗力；对外界抵抗力相当大，干燥不能很快杀死它，在牛毛上可保持4个星期，在糠麸内可保持20个星期，在干草上可保持15个星期^[23]。

口蹄疫 (foot and mouth disease, FMD) 是由口蹄疫病毒引起的偶蹄类动物共患的急性、热性、接触性传染病，也是人畜共患的传染病。主要感染牛、猪、羊、骆驼、鹿等家畜及其他野生偶蹄类动物。人因接触口蹄疫病毒及其污染的毛皮或误食病畜的奶、肉也可感染，但是很少见到典型病例^[24]。

4.4 肉品中的其他病毒

诺瓦克病毒 (norwalk virus, NV)

1972年，Kapilian 等人在美国诺瓦克 (Norwalk) 镇爆发的一次急性胃肠炎患者的粪便

中发现的一种直径约27nm的病毒样壳粒,将之命名为诺瓦克病毒。生吃贝类食物是导致诺瓦克病毒胃肠炎爆发流行的最常见原因。诺瓦克病毒的潜伏期为24-48小时,主要症状是恶心、发热、呕吐、腹泻及腹部痉挛性疼痛。该病毒多侵袭成年人和较大年龄的儿童,有症状较轻、自限性、易引起爆发和无明显季节性等特点。

冠状病毒 (coronavirus)^[25]

冠状病毒是RNA病毒,因在电子显微镜下发现表面有球状似日冕的刺突犹如王冠而得名,在分类上冠状病毒属于冠状病毒科 (coronaviridae) 冠状病毒属 (coronavirus)。冠状病毒的颗粒多为圆形、椭圆形或多形性,直径60-220nm,表面有多个稀疏的棒状突起,该病毒由病毒RNA和蛋白质组成核心,外有脂质双层膜,该病毒对理化因素的抵抗力不强,乙醚、氯仿、紫外线或酸性条件处理,均可以使其失活,冠状病毒可以引起人的呼吸道感染和肠道感染,典型的冠状病毒呈现流鼻涕、不适等感冒症状。SARS(Severe Acute Respiratory Syndrome)“严重急性呼吸综合征”就是一种由冠状病毒引起的一种人冠状病毒病。SARS病毒对人的危害很大,仅2003年就使全球8089人感染,全球经济损失约800亿美元,我国损失百亿元左右。

参考文献

- [1] 栗金水.肉品中有害微生物的危害与监控[J].肉类研究,2002,2:45-48.
- [2] 江汉湖.食品微生物学[M].中国农业出版社,2001,12:85-103.
- [3] M.T.马迪根, J.M.马丁克, J.帕克.微生物生物学[J].科学出版社,2001:312-375.
- [4] 柳增善.食品病原微生物学[M].中国轻工业出版社,2007,3:287-337.
- [5] 杨兴章,曹振辉,乔金玲.冷却肉生产过程中微生物污染及控制措施[J].肉类研究,2007,7(101):26-28.
- [6] 张立实.疯牛病的流行情况和研究进展[J].现代预防医学,2006,33(12):2501-2503.
- [7] 郭志宏.疯牛病研究概况[J].当代畜牧,2003,11:15-16.
- [8] 南木甲,商营利,刘思当.朊病毒及疯牛病[J].山东畜牧兽医,2002,2:34-35.
- [9] 魏锁成.疯牛病研究现状[J].西北民族学院学报,2001,22(2):55-58.
- [10] 宋宏新,程军.疯牛病(BSE)的检测、预防及控制[J].中国人兽共患病杂志,2005,21(3):256-258.
- [11] 陈宣烁,钟婉玲,郑小敏,等.禽流感病毒分子生物学的研究进展[J].中国畜牧兽医,2006,33(1):63-67.
- [12] 吴晓东,张海啸.人感染禽流感病毒的研究进展[J].现代预防医学,2007,34(8):1459-1460.
- [13] Maeda Y., Horimoto T., Kawaoka Y. Classification and genome structure of influenza virus. Nippon Rinsho, 2003, 61(11):1981-1987.
- [14] 梁存军,张一,黎晓敏,等.禽流感与禽流感病毒研究进展[J].兽医研究,2007,2:10-12.
- [15] 王乐,郭蓓.禽流感病毒最新研究进展[J].生命科学2006,18(1):35-40.
- [16] 黄京燕,刘宏伟,赵海燕,等.禽流感的危害及其防控措施[J].上海畜牧兽医通讯,2007,1:55-56.
- [17] 杨汀,王辰,丁惠国,等.禽流感与流感诊治中应注意的问题[J].中国临床医生杂志,2007,35(2):10-12.
- [18] 王业刚,王克.禽流感病毒秋冬季流行特点及防疫对策[J].畜牧兽医科技信息,2005,1:11-12.
- [19] 王威武,张文智,高朴.浅析禽流感的认知与防控[J].畜牧兽医杂志,2007,26(1):96-97.
- [20] 张家淮,徐红校.流感/禽流感病毒致病性研究进展[J].病毒学报,2007,23(7):335-338.
- [21] 解慧梅,穆祥,刘易通,等.口蹄疫的研究现状[J].动物医学进展,2006,27(5):6-9.
- [22] 高飞,孙国斌,张金凤.国外口蹄疫流行线状分析及防止策略.北京农学院学报,2006,21(1):76-80.
- [23] 张海峰,福相奎.口蹄疫的流行与防治[J].黑龙江农业科学,2006,1:59-60.
- [24] 姚玉红.口蹄疫流行线状及防治措施[J].中国公共卫生,2007,23(6):766-767.
- [25] 丁仲阳.SARS病毒、冠状病毒与肉品检验[J].肉品卫生,2003,10:35-39.