

## 改革教学内容，促进高职院校食品营养与检测专业 食品微生物检验能力的培养

李宏\*

(重庆第二师范学院生物与化学工程系 重庆 400067)

**摘要:** 基于课程内容是课程的核心要素，分析高职院校针对食品营养与检测专业学生食品微生物检验能力培养的教学及教学内容改革中存在的问题；结合行业的实际要求和职业标准，阐述教学内容改革的必要性、迫切性和教学内容应涵盖哪些具体内容，重在食品微生物学检验教学内容的构建，目的是促进学生食品微生物检验能力的培养。实践证明，此教学内容的全面改革能够达到上述培养目的。

**关键词:** 食品微生物检验，教学内容，改革

## Lecture modification to improve food microbe detection abilities of students majoring in food nutrition and detection

LI Hong\*

(Department of Biological and Chemical Engineering, Chongqing University of Education, Chongqing 400067, China)

**Abstract:** Based on the principle that content is the core factor of a course, the problems in both teaching and teaching content reforms were analyzed in developing food microbe detecting abilities of the students in food nutrition and detection major in higher vocational colleges. According to the actual requirements and occupation standards of food industry, the necessity and urgency of the teaching content reform were expounded and what contents should be included in teaching was elaborated. Great importance was attached to the construction of teaching contents regarding food microbe detection in order to enhance students' abilities to detect microbes in food. In teaching practice, the comprehensively constructed teaching contents could attain above training objective.

**Keywords:** Food microbe detection, Teaching content, Reform

**Foundation item:** Key Project of Teaching Reform in Chongqing University of Education (No. JG201204)

\*Corresponding author: Tel: 86-23-86380026; E-mail: lihongcqc@aliyun.com

**Received:** September 30, 2015; **Accepted:** January 05, 2016; **Published online** (www.cnki.net): January 08, 2016  
基金项目: 重庆第二师范学院教学改革重点项目(No. JG201204)

\*通讯作者: Tel: 86-23-86380026; E-mail: lihongcqc@aliyun.com

收稿日期: 2015-09-30; 接受日期: 2016-01-05; 优先数字出版日期(www.cnki.net): 2016-01-08

高等职业教育的本质是培养高级应用型人才,其本质属性是高等性与应用性的结合<sup>[1]</sup>,人才培养应该面向社会需求。《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》(以下简称《意见》)也明确指出高职教育的根本任务是:培养高等技术应用性专门人才,其培养目标是适应社会需要。

就高职院校食品营养与检测专业而言,其培养目标是食品行业输送高层次的从事食品营养、食品检验工作的技术、管理人才。由于食品安全事故的频繁出现,食品安全受到政府及公众的高度关注,2015年修订的食品安全法在“食品检验”一章中明确规定:食品检验由取得国家认证认可的、有资质的检验机构指定检验人独立进行。“独立进行”意味着检验人员要能够独立处理检验中的各种问题。可见,国家法规对检验人员提出了较高要求。据此,为保证食品安全,需要具备高层次食品检验能力(包括食品微生物检验、食品感官检验、食品理化检验三大能力)的人才,其三大检验能力中,食品微生物检验能力的培养是由食品微生物检验有关课程教学承担的任务,因此加强有关课程建设具有不可忽视的现实意义。

课程建设是高等学校能否实现培养目标的关键手段,而课程的核心要素是课程的内容<sup>[2]</sup>。因此构建食品微生物检验能力培养有关课程的内容是培养学生食品微生物检验能力的核心。《意见》也明确指出:高职教育应该以“应用”为主旨和特征构建课程和教学内容体系。

## 1 食品微生物检验能力有关课程及其内容设置和改革现状

食品微生物检验能力包括食品微生物学和食品微生物检验两方面的知识和技能,前者是后者的基础,但是不同高职院校食品营养与检测专业,其有关课程的设置不统一,课程内容有些不能满足岗位要求,课程改革不深入。(1)就课程设置而言,主要体现在有的院校开设的是食品微生物学课程,与食品微生物学检验有关的最基本的内容放入食

品微生物学课程中学习<sup>[3-5]</sup>;有的院校开设的是食品微生物学检验课程,在课程教学中融入了食品微生物学的基本知识和技能<sup>[6]</sup>;有的院校既开设了食品微生物学课程,又开设了食品微生物学检验课程<sup>[7]</sup>。(2)课程内容设置都不足以满足学生能力培养的需要<sup>[3-7]</sup>。虽然有的院校将职业标准中微生物检验方法的国家标准(即 GB4789.食品安全国家标准 食品微生物学检验,以下简称 GB4789.系列标准)纳入教学<sup>[8-9]</sup>,但是几乎未涉及有关的其他职业标准。(3)课程改革力度不够。已报道的课程改革主要是针对教学方法、对学生的评价方法以及加强实验实训教学方面进行改革,例如增加实验课的课时比例,让学生参与实验准备等<sup>[6,8,10]</sup>。有关教学内容改革较深入的是在教学中既纳入了检验方法的国家标准,又纳入了食品卫生国家标准,并将学习任务与实际岗位工作对接<sup>[11-12]</sup>;也有的在实验教学中涉及到一些快速检测方法<sup>[7,12]</sup>。虽然这些内容改革在一定程度上缓解了以往的课程内容与实际岗位工作严重脱节的现象,但是仍然滞后于岗位要求。

## 2 食品行业对食品微生物检验能力的实际要求

食品行业对食品微生物检验技术人员和管理人员的具体要求早已有相应的标准(GB/T 27405-2008),标准进行了严格地规定,指出检验人员应该“有一定资质”;同时指出食品微生物检测实验室的所有人员应接受设备操作、微生物检测技能和实验室生物安全的培训;检验人员的能力应在实验室质量控制的多种方式的客观评估中能被确认,否则应再接受培训和重新评估<sup>[13]</sup>。即:相应的标准提出了检验人员的检验能力应在检验质量控制的客观评估中被确认,而不仅仅是会操作流程或操作方法。

此外,我系在2009年开始实行的校企合作办学模式促成我系与食品企业、食品检测机构建立了密切合作关系。通过学生到企业实习、教师参加行业培训(如食品微生物检测培训)、到行业单位锻炼

和参加行业国际性食品检测技术研讨会, 如 AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 美国官方分析化学家协会或称国际分析化学家协会) 举办的食品检测技术进展研讨会等活动, 我们深刻地认识到食品营养与检测专业学生就业的对接岗位是食品生产企业的质检员及检测部技术主管, 食品检测机构质检员及主管, 食品进出口检验检疫局的质检员及其主管等岗位; 我们还认识到行业要求这些岗位的人员不仅要能够按照职业标准对食品中微生物进行独立检验, 并且能够监测食品生产、储运、销售等整个食品链中各个环节的微生物状况, 还要能对微生物导致的污染进行准确的溯源, 并且更为重要的是要保证检验的结果准确可靠。所以, 已报道的主要局限于实验教学中食品成品的微生物检验方法的教学内容改革显然不能满足岗位的实际要求, 难以与实际岗位完全对接, 内容的改革亟待加强。

### 3 根据岗位的实际要求, 改革教学内容

如前所述, 食品微生物检验能力的培养需要掌握食品微生物学和食品微生物检验两方面的知识和技能, 因此应该对这两方面的理论和实验教学内容进行改革; 同时, 鉴于食品微生物学是食品微生物学检验教学的基础, 在课程设置或内容设置上应该先于食品微生物学检验。所以应该遵循学生的心理发展、认知规律和循序渐进的原则, 安排教学内容实施的先后顺序<sup>[2]</sup>。

#### 3.1 食品微生物学理论教学内容的构建

食品微生物学的基本知识和原理是基础, 但是应该根据岗位需要选择教学内容。食品微生物学中微生物的概念及其共性、微生物学及食品微生物学的概念; 常见微生物类群及其形态结构特点; 微生物的营养物质、营养类型、培养基类型和配制原则; 微生物生长、生长规律及环境因素对其生长的影响; 微生物代谢及其类型, 微生物遗传、变异及菌种保藏、复壮; 微生物在自然界的分布及与其它生物的关系; 微生物的分类鉴定方法; 微生物与食品

的腐败变质及其控制; 影响食品安全性的致病微生物的生物学特性、危害及污染途径等方面的最基本知识是学习食品微生物学检验的原理、方法、现象及结果的基础, 是最基本的内容, 应该纳入教学。例如不知道微生物的营养物质, 就不知道培养基的配制原则; 不知道环境因素对微生物的影响, 就不能理解检验过程中影响微生物培养的因素及消毒灭菌方法的原理。而现行的食品微生物学教材, 内容丰富、涉及面广, 是适用于食品加工、营养、检验等多个专业的优秀教材<sup>[14-16]</sup>, 但由于有的内容与食品微生物学检验关系不密切, 所以可不纳入教学。例如, 教材中怎么利用微生物易变异的特点及遗传变异的规律选育菌种、怎么利用有益微生物加工生产食品的工艺过程等内容与食品微生物学检验工作关系不密切, 教学中可不必涉及。而一般食品微生物学教材中没有涉及的抗原抗体反应原理是微生物血清学鉴定的基础, 在教学中就应该补充。

#### 3.2 食品微生物学实验教学内容的构建

食品微生物学实验教学内容的设置应该以加深学生对于常见微生物类群的直观认识、掌握检验工作必需的微生物学操作的基本技能为目标。内容应该包括食品微生物学实验常用仪器设备及其使用方法, 培养基的配制、灭菌、储存方法, 微生物的分离、纯化、接种与培养技术(如样品 10 倍稀释法分离、划线分离、涂布分离、单菌落接种及培养技术), 微生物培养(包括固体、液体、穿刺、厌氧培养)特征观察, 显微观察技术、常见类型微生物的形态观察方法、制片染色技术、细菌特殊结构观察方法, 消毒、灭菌方法, 菌种保藏技术, 常用的生理生化实验技术, PCR 实验方法, 抗原抗体反应实验等。

#### 3.3 食品微生物学检验理论教学内容的构建

根据岗位要求, 将相应的职业标准、规范和新方法纳入教学内容, 应该包括以下内容:

(1) 食品微生物学检验的职业标准、要求或规范: 随着 1989 年《中华人民共和国标准化法》的实施, 食品微生物学检验与其它需要统一技术要求

的领域一样,已逐渐按照相应的国家标准(以下简称国标)进行,但是检验的依据并不限于国标。按照制定标准的组织机构的级别划分,食品微生物学检验涉及的标准主要有国标即 GB 标准[如食品微生物学检验方法标准 GB4789.系列标准、GB 不同类别食品卫生标准(部分食品卫生标准在食品安全法颁布后,被统一修订更名为食品安全国家标准,所以以下称为食品卫生标准或食品安全国家标准)、GB 检验质量控制标准];其次有行业标准,例如出入境检验检疫行业标准即 SN 标准,农业标准即 NY 标准;还有地方标准即 DB 标准等;此外,还有国际标准,如 ISO (International Organization for Standardization, 国际标准化组织)标准、AOAC 标准、WHO (World Health Organization, 世界卫生组织)标准、FDA (Food and Drug Administration, 美国食品与药品管理局)的 BAM (Bacteriological Analytical Manual, 细菌学分析手册)等标准。这些标准都在不断更新。就标准的内容和作用而言,这些标准涵盖了食品微生物检验方法、对食品中指标菌的限定、对食品生产过程的微生物监控以及对食品微生物检验的质量控制等多个方面,是检验方法选定、实验操作、结果判定、质量控制等的依据,是教学的核心内容之一。就依据的频率而言,最常用的是国标(GB 标准),但是在尚无国标的具体食品或方法,应采用行业或地方标准。例如乳与乳制品中嗜冷菌、需氧芽孢及嗜热需氧芽孢数测定方法,尚无国标,即采用农业标准 NY/T1331;再如酒酿的卫生标准,目前尚无国家或行业标准,因此采用上海市的地方标准 DB31/433;还有,对食品中微生物的检验,一般采用国标,但是对于出口食品,如果进口国有要求,则按照进口国的要求采用要求的标准。即食品微生物检验按照标准执行,但并非只依据国标,也并非只涉及检验方法标准,而是涉及多方面、多级别的标准,相应标准都应该纳入教学,仅仅在教学中纳入检验方法的国标是不够的。

(2) 实验室建设和实验室生物安全知识: 食品

微生物检验需要的仪器设备、符合规范建设的实验室是食品微生物检验的硬件条件;并且因涉及到致病菌检验,有危险性,检验人员应该具备相应的生物安全知识,有关内容就应该纳入教学。随着食品安全法的实施,许多食品企业都有或拟建设自己的微生物检验实验室,要求检验技术人员及主管人员具备相关的知识和技能。在教学中纳入这部分内容可弥补学生的知识空缺。相应的内容应该包括国内和国际上常依据的标准和规范,例如 GB50346 (生物安全实验室建筑技术规范), GB19489 (实验室生物安全通用要求), 美国疾病预防控制中心和美国国家健康研究所编写的《微生物和生物医学实验室生物安全手册》(Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories, 5th Edition)等标准。

(3) 针对食品成品进行微生物检验的一般流程: 针对食品成品的微生物检验是最基本的检验工作,熟悉检验流程是胜任该项工作的前提,所以这是教学的基本内容之一。教学中应该阐明,对食品成品微生物检验的一般流程为: 确定拟检验食品所属的食品类别→确定所属类别食品的卫生标准或食品安全国家标准→根据食品卫生标准或食品安全国家标准中规定的检验方法标准,准备检验所需物品→按照有代表性的抽样方案抽样→样品规范运输和储存→按照规范处理样品→按照检验方法标准实施检验→根据检验结果、食品卫生标准或食品安全国家标准中指标菌的限量规定,评价样品的卫生质量。这通常是食品生产企业对产品自检的工作流程。而对于独立于食品生产外的检验机构,如食品检验所和计量检测研究院的微生物检验部,其对食品成品的检验流程常为接收送检样品,后续流程与一般检验流程中储存样品及后续操作相同。同时应该向学生阐明这一基本流程直接依据的有三类标准,即食品卫生标准或食品安全国家标准、食品微生物检验的方法标准和检验质量控制标准。

(4) 食品微生物检验方法标准的原理: 在上述一般流程涉及到的标准中,食品微生物检验方法的

标准是确定食品是否受某类菌污染及污染程度的实验操作的规范, 只有理解其原理, 才能有效地掌握方法, 是教学重点内容之一。检验方法标准主要是国标 GB4789.系列标准(对进口国有特殊要求的出口食品的微生物检验例外), 因此让学生理解、掌握 GB4789.系列标准中不同指标菌的检验原理非常重要。迄今为止, 现行有效的 GB4789.系列标准共有三十几个, 包括对食品微生物检验实验室最基本的环境、人员、设备、检验用品、培养基和试剂、采样方案、采样方法、检验样品的处理、记录与报告等总的要求(GB4789.1); 食品微生物检验培养基和试剂的质量要求(GB4789.28); 对食品中菌落总数测定(GB4789.2)、大肠菌群计数(GB4789.3)、金黄色葡萄球菌检验(GB4789.10)、沙门氏菌检验(GB4789.4)、志贺氏菌检验(GB4789.5)、副溶血性弧菌检验(GB4789.7)等共二十几类菌的定性或定量检验方法; 还包括肉及肉制品、蛋及蛋制品、水产食品、冷冻饮品、调味品等常见食品的取样、送检、检样的处理及检验方法(GB4789.17至GB4789.25)、商业无菌检验(GB4789.26)等, 其原理是应该让学生熟悉的内容。

(5) 对食品生产过程中微生物的监测和食品污染溯源的原理和检验方法: 学习了食品成品中微生物检验的一般流程, 还不能满足岗位需求。以2013年8月发生的新西兰进口奶粉中肉毒梭菌污染事件为例, 如果只掌握了食品中肉毒梭菌检验的原理和操作流程, 不熟悉生产过程中肉毒梭菌的检验方法, 就不能判定奶粉是在生产、储运等过程中哪个环节被污染, 即不能对肉毒梭菌污染溯源。因此教学中不可省略对食品生产、储运等过程中各个环节的仪器设备、食品包装材料、食品容器、环境空气、台面、操作人员等的微生物检测的原理。其检验方法与对食品成品中的微生物检验方法比较, 有哪些异同点并涉及哪些标准, 应该让学生掌握。

(6) 食品微生物快速检测方法: GB4789.系列标准中大部分方法均涉及到对被检微生物的培养、分

离、鉴定, 为常规检测法, 耗时长, 不能对疑似污染源或急性食物中毒事件中的污染菌做出快速判定; 相反, 快速检测方法可达到这一目的。目前, 微生物快速检测方法较多, 如基于ATP供能特性的生物荧光法, 基于抗原抗体反应原理的酶联免疫法、免疫荧光法, 基于分子生物学原理的PCR法<sup>[17]</sup>、基因探针技术<sup>[18]</sup>、微生物特征性酶的快速显色法, 基于电化学原理的阻抗法与电导法, 以纸片或特殊薄膜作为培养基载体并且在培养基中加入了特定微生物生长的指示剂、显色剂的测试片法等方法。这些快速检测方法中, 有的方法已得到国际检测机构认可, 如3M Petrifilm™系列测试片法, 3M沙门氏菌、李斯特氏菌等快速检测试剂盒已得到AOAC的认证。所以, 将快速检测法原理、适用范围、优缺点纳入教学非常必要<sup>[19]</sup>。

(7) 食品微生物检验质量控制原理: 食品微生物检验质量控制是检验工作的核心内容之一。如果学生只学会了检验流程, 不懂检验质量控制, 犹如学会了产品的生产流程但并不一定能生产出合格产品一样。因为只知道流程并不能保证结果的正确性, 而结果的正确性直接关系到对受检食品的安全性评价, 关系到对食品生产过程监控以及食品污染溯源的正确性, 所以忽略检验质量控制教学, 学生也不能成为合格的检验人员或检验主管。影响结果正确性的因素很多, 有取样、样品处理方法、试剂和培养基的质量、所用仪器设备的性能是否稳定及检验人员操作是否规范等因素, 这些影响因素的作用原理以及如何消除不利影响的方法需要纳入教学。教学内容应该包括有代表性的取样方案、不同样品的处理方法及其原理、试剂和培养基的质量控制方法和原理、标准菌株的选择和管理、常用仪器设备性能校验的方法和原理、检验人员操作、记录、结果报告的规范等内容<sup>[20]</sup>。

此外, 微生物检验质量控制的方式包括实验室内部质量控制和实验室外部质量评估, 这是学生在就业后将面临的实验室工作的核心内容之一, 因此

也是学生应该了解的内容。应该向学生阐明实验室内部质量控制和外部质量评估的含义、内容和方式,例如内部质量控制中标准菌株的应用、实验室内部的人员比对、方法比对及仪器比对;外部质量评估中的能力验证等内容。

### 3.4 食品微生物学检验实验教学内容的构建

食品微生物学检验实验教学内容的构建应该以全面提高学生的食品微生物检验操作技能为目的,应该包括以下内容:

(1) 食品微生物学检验标准的查询方法:如前所述,食品微生物检验工作按照职业标准进行,获取所需的职业标准是最基本的职业技能,因此也是实验教学中一个最基本的内容。实验教学中应该首先向学生明示查询标准的网址和查询方法。

(2) 实验室建设规范、生物安全技术和常用仪器的性能校验:实验一开始就应该向学生展示实验室规范布局,让学生学习保证实验室生物安全的规范及检验常用的仪器设备,如生物安全柜、红外线电热灭菌器、高压蒸汽灭菌锅、超净工作台、干燥箱、恒温培养箱、恒温水浴锅、冰箱、冰柜(-20℃)、超低温冰箱(-70℃和-80℃)、电子天平、pH计、移液器等的使用方法和校验方法,实验室常用的消毒、灭菌措施和具体的操作等方法。由于常用仪器设备的使用方法和校验方法在食品微生物学实验中已经涉及,因此在检验实验中重点应该是常用仪器设备的维护、保养、及校验方法,例如温度计的校准方法,用留点温度计、3M 高压灭菌化学指示胶带、嗜热脂肪芽孢杆菌对高压蒸汽灭菌锅的性能检测,移液器的准确性检测等方法。这是保证检验工作顺利进行、仪器设备性能稳定和检验结果准确可靠的首要技术之一。

(3) 按照检验流程、查阅有关标准后实施检验:按照检验流程、依据有关标准,对食品成品及环境、器皿、人员手上是否存在某类微生物实施检验是检验的常规工作,让学生动手操作就非常重要。其中对某类菌检验的方法标准(GB4789.系列标准)是检

验的操作规范,因此是实验教学的重点内容之一。但是迄今总计多达三十几个的 GB4789.系列标准,不可能都纳入实验教学。选择原则应该是常见食品卫生标准或食品安全国家标准中的常用指标菌:菌落总数、霉菌和酵母菌;食品是否受粪便污染的指示菌大肠菌群、大肠埃希氏菌;衡量食品安全性的常见致病菌金黄色葡萄球菌、沙门氏菌、志贺氏菌。因此这几类菌计数或检验方法的标准就应该纳入实验教学。再者,不同类别食品微生物检验方法(例如将蛋与蛋制品、熟肉制品、调味品同时列为检测食品)、与人们日常生活密切相关的乳酸菌的检验方法、食品商业无菌检验方法是常用方法,也应纳入实验教学。通过这些方法的学习,使学生既学习了不同类常见微生物的检验方法,也学习了检验不同类别食品时对样品的不同处理方法,从而为今后的检验工作奠定技能基础。

(4) 食品微生物快速检测方法:快速检验方法可以对急性情况下的微生物污染做出判断,进行快速检验方法的实践可提升学生的技能水平。可选取以下方法,如经 AOAC 认证并且已经纳入 AOAC 标准的 3M Petrifilm™ 测试片系列中快速检测大肠菌群、金黄色葡萄球菌、沙门氏菌的测试片法,基于酶联免疫原理经 AOAC 认证的 3M 沙门氏菌快速检测法,基于 ATP 生物荧光原理的 Clean-Trace™ ATP 对环境表面洁净度的快速检测方法,基于 DNA 体外扩增的志贺氏菌 PCR 检测方法等供学生实验操作。

(5) 对检验过程的质量控制:如前所述,学会检验方法并不能保证检验质量合格,让学生熟练掌握质量控制的方法十分必要。实验内容可包括用标准菌株对培养基的质量进行验证;同一学生对同一样品用不同的培养箱培养以进行仪器性能比对;教师准备的同一样品作为盲样,分给不同学生同时检验以进行人员比对;教师准备的同一样品,分出一部分让学生检验,另一部分送到有资质的、合作办学的质检机构检验,让学生的结果与质检机构的结

果进行比对, 从而让学生直观了解影响检验结果的因素, 亲身体会检验质量控制工作的重要性, 了解检验质量控制的方法。

#### 4 结束语

我校在加强食品营养与检测专业学生微生物检验能力的教学改革中, 加大经费投入; 在教师培养、教学资源购置、实验室建设、实验材料购置、校企合作教学等有关方面均给予大力支持, 使上述内容能够逐渐纳入教学, 使学生的微生物检验能力大幅度提高。食品营养与检测专业学生 100% 获取食品检验工资资格证, 就业率 100%。不少学生尚未毕业就被企业预先录取, 教学改革成绩显著。教学实践证明, 只有将对接岗位必需的食品微生物学和食品微生物学检验的理论、实验内容纳入教学, 才能全面增强高职食品营养与检测专业学生食品微生物检验能力的培养。其中的关键是不论以开设一门课(食品微生物学课或食品微生物学检验课)还是以开设两门课(既开设食品微生物学课, 又开设食品微生物学检验课)的方式教学, 上述内容都不能省略, 因为教学内容决定学生能力范围和能力强弱。同时, 教师应该与行业中对接岗位人员持续保持联系, 持续关注行业对对接岗位的要求及其动态变化, 实时调整教学内容, 使教学与对接岗位的发展同步, 实现教育部《意见》中指出的培养高层次应用型技术人才的培养目标, 圆满地为社会服务。

#### 参考文献

- [1] Zhang XM. Theory Construction for Higher Vocational Education[M]. Changsha: Hunan People's Publishing House, 2010: 176 (in Chinese)  
张新民. 高等职业教育理论构建[M]. 长沙: 湖南人民出版社, 2010: 176
- [2] Ren P, Sun WY. Modern Education Theory[M]. Guangzhou: Jinan University Press, 2013: 207,221 (in Chinese)  
任平, 孙文云. 现代教育学概论[M]. 广州: 暨南大学出版社, 2013: 207,221
- [3] Tian QY. Teaching reforms and exploration of food microbiology experiments in vocational colleges[J]. Animal Husbandry and Feed Science, 2010, 31(8): 62-64 (in Chinese)  
田其英. 高职院校《食品微生物学》实验教学改革与探索[J]. 畜牧与饲料科学, 2010, 31(8): 62-64
- [4] Huang XT. Teaching exploration in food microbiology experiments in higher vocational colleges[J]. New Curriculum Research, 2011(8): 118-119,124 (in Chinese)  
黄晓婷. 高职《食品微生物学》实验教学探讨[J]. 新课程研究, 2011(8): 118-119,124
- [5] Chen G, Liu XX. Teaching design and practice in the course of food microbiology experiments in higher vocational colleges—based on the idea of developing courses with systematized working process [J]. Guangxi Education, 2012(7): 40-41 (in Chinese)  
陈钢, 刘贤贤. 高职食品微生物实验课程教学设计与实践——基于工作过程系统化课程开发理念[J]. 广西教育, 2012(7): 40-41
- [6] Zhu C. Preliminary teaching reforms in the course of Food Microbiological Analysis[J]. Statistics and Management, 2014(8): 184-185 (in Chinese)  
朱畅. 《食品微生物检验》课程教学改革初探[J]. 统计与管理, 2014(8): 184-185
- [7] Zhan XP, Zhou JQ. Teaching reform and exploration of food microbiology in vocational colleges[J]. Academic Periodical of Farm Products Processing, 2013(4): 84-86 (in Chinese)  
詹现璞, 周婧琦. 高职食品微生物学的教学改革与探索[J]. 农产品加工(学刊), 2013(4): 84-86
- [8] Wang J, Luo HX, Wang CG, et al. Course reforms of food microbiological analysis techniques based on working tasks[J]. Journal of Beijing Agricultural Vocation College, 2012, 26(4): 70-73 (in Chinese)  
王建, 罗红霞, 汪长钢, 等. 基于工作任务的《食品微生物检验技术》课程改革[J]. 北京农业职业学院学报, 2012, 26(4): 70-73
- [9] Bi WH, Yue FL, Hao ZH, et al. Preliminary teaching reforms of food microbiological analysis experiments in higher vocational colleges[J]. Journal of Shandong Agricultural Administrators' College, 2011, 28(2): 165-166 (in Chinese)  
毕文慧, 岳凤丽, 郝征红, 等. 高职食品微生物检验实验教学改革初探[J]. 山东省农业管理干部学院学报, 2011, 28(2): 165-166
- [10] Han L. The practice and effect evaluation of teaching model reform on integration of teaching, learning and practicing of detection technology in food microorganism[J]. China Modern Educational Equipment, 2011(5): 99-102 (in Chinese)  
韩磊. 食品微生物检测技术“教学做”一体化教学模式改革的实践与效果评价[J]. 中国现代教育装备, 2011(5): 99-102
- [11] Li SS, Lan R, Zhang XH, et al. Reform practice on higher vocational course of Food Microbiology Analysis based on employment position and task-driven[J]. Microbiology China, 2014, 41(12): 2530-2537 (in Chinese)  
李双石, 兰蓉, 张晓辉, 等. 基于岗位对接和任务驱动的高职课程“食品微生物检测技术”的改革实践[J]. 微生物学通报, 2014, 41(12): 2530-2537
- [12] Tang GW, Wu YC, Ma XH. Teaching reforms of food microbiology analysis experiments in higher vocational colleges[J]. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine, 2012(17): 162-164 (in Chinese)  
唐光武, 吴玉臣, 马晓海. 高职食品微生物检验学实验教学的改革[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2012(17): 162-164
- [13] General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. GB/T 27405-2008 Criterion on quality control of laboratories—Microbiological testing of food[S]. Beijing: China Standard Press, 2008: 6 (in Chinese)  
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 27405-2008 实验室质量控制规范 食品微生物检测[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008: 6

- [14] Li PL. Food Microbiology[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2011 (in Chinese)  
李平兰. 食品微生物学教程[M]. 北京: 中国林业出版社, 2011
- [15] He ZF, Li PL. Food Microbiology[M]. Chongqing: Southwest China Normal University Press, 2010 (in Chinese)  
贺稚非, 李平兰. 食品微生物学[M]. 重庆: 西南师范大学出版社, 2010
- [16] Chen HX, Li CH. Food Microbiology and Experimental Techniques[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2008 (in Chinese)  
陈红霞, 李翠华. 食品微生物学及实验技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008
- [17] Margot H, Cernela N, Iversen C, et al. Evaluation of seven different commercially available real-time PCR assays for detection of shiga toxin 1 and 2 gene subtypes[J]. Journal of Food Protection, 2013, 76(5): 871-873
- [18] Rohde A, Hammerl JA, Appel B, et al. FISHing for bacteria in food—a promising tool for the reliable detection of pathogenic bacteria?[J]. Food Microbiology, 2015, 46: 395-407
- [19] Yang YH. Techniques of Food Microbiology Analysis[M]. Beijing: China Metrology Publishing House, 2011: 162-179 (in Chinese)  
杨玉红. 《食品微生物检验技术》[M]. 北京: 中国计量出版社, 2011: 162-179
- [20] Lei ZW. Handbook of Quality Management of Food Microbiology Laboratory[M]. Beijing: China Standard Press, 2006: 64-286 (in Chinese)  
雷质文. 食品微生物实验室质量管理手册[M]. 北京: 中国标准出版社, 2006: 64-286

## 科技信息摘录

### 中科院微生物所在 NK 细胞抗流感病毒功能研究中取得进展

近年来, 多种亚型(例如 H1N1、H5N1 及 H7N9)流感病毒的世界范围内流行造成大量人群及牲畜的感染以及死亡。流感病毒感染宿主呼吸道内的多种细胞类型, 如纤毛表皮细胞, I 型与 II 型肺泡细胞以及各类免疫细胞。免疫细胞介导的吞噬与杀伤是清除流感病毒感染的重要方式之一, 其中, 天然免疫系统与适应性免疫系统均参与了这一过程。

NK 细胞是天然免疫系统的重要组成部分, 参与对多种病毒(如 EB 病毒 EBV、巨细胞病毒 CMV 及鼠痘病毒 ECTV 等)的免疫应答反应。以前的研究表明, NK 细胞在流感病毒感染早期发挥重要功能, 但其作用机制非常复杂, 多个课题组报道了不同的结论。一些研究发现 NK 细胞能够有效保护机体清除流感病毒感染, 而另一些研究则发现 NK 细胞会加剧流感病毒感染引起的免疫病理, 导致宿主致死率上升。NK 细胞在流感病毒感染中的复杂功能被认为可能与宿主特异性及病毒感染剂量相关。

最近, 中国科学院微生物研究所方敏课题组在 NK 细胞抗流感病毒功能研究中取得进展。研究发现, 6 种不同品系小鼠中, NK 细胞在抗流感病毒感染中发挥不同的功能。在高剂量流感病毒感染后, NK 细胞只在 129 小鼠中发挥了显著抑制流感病毒复制, 提高小鼠存活率的功能。进一步的机制研究表明, 129 小鼠感染流感病毒后, NK 细胞快速活化并在感染的早期被招募到肺部发挥抗流感病毒感染的作用。然而, 在低剂量流感病毒感染后, NK 细胞在 129 小鼠中的活化动力学与 B6 小鼠中相同, 都没有起到显著抑制病毒感染的作用。因此, 研究人员揭示了 NK 细胞免疫应答受到宿主遗传背景和感染剂量的影响, NK 细胞反应的强度和动力学与 NK 细胞在抗病毒感染中起到的作用密切相关。该研究揭示了流感病毒感染中 NK 细胞功能复杂性的新机制, 为流感病毒药物研究提供了新策略。该研究成果已发表在国际免疫学杂志(The Journal of Immunology)上。

——摘自《中国生物技术信息网》2016-02-19  
<http://www.biotech.org.cn/information/139993>