

食品加工用水微生物检测的重要性

唐静^{1*}, 姜英辉¹, 赵淑娟², 雷质文¹, 张健¹

(1. 山东出入境检验检疫局检验检疫技术中心食品农产品检测中心, 2. 山东出入境检验检疫局, 青岛 266002)

摘要: 食品加工业是用水型工业之一, 水质的优劣对食品安全至关重要, 对加工用水进行安全卫生控制是生产过程控制的重要环节。微生物污染是食品加工用水最主要的安全隐患之一, 我国食品加工用水微生物污染风险高、概率大, 每年因食品加工用水微生物污染导致的产品质量问题不在少数, 给企业造成了巨大的经济损失。食品加工企业对加工用水的质量控制必不可少, 尤其是加工用水的微生物检测能力会影响最终产品的安全性。企业应打破只重视原料、过程产品和最终产品微生物检测的老思路, 注意监控加工用水的微生物污染情况。参加水质微生物能力验证能够加强企业实验室对生产加工用水的自我检测能力, 确保检测结果的准确性和认可性, 对提高产品质量和品质有促进作用。

关键词: 食品加工用水; 微生物检测; 能力验证

Importance of microbiological testing of food processing water

TANG Jing^{1*}, JIANG Ying-Hui¹, ZHAO Shu-Juan², LEI Zhi-Wen¹, Zhang Jian¹

(1. Food and Agricultural Products Testing Agency, Technical Center of Shandong Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Qingdao 266002, China; 2. Shandong Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Qingdao 266002, China)

ABSTRACT: Food processing industry is one of the water consumption industries, and the water quality is essential for food security. The safety and sanitation control of food processing water is an important aspect of the production quality control. Microbial contamination is one of the most important safety hazards in food processing water. In our country, the food processing water for microbial contamination risk is high. Each year, the quality problems caused by microbial contamination of food processing water were not of seldom, which causing huge economic losses to the enterprises. For the quality control of processing water is essential, the ability to test the food processing water will affect the safety of the final product in food companies. Enterprises should pay attention not only to the microbiological testing of raw materials, processes and final products, but also to the microbial contamination of processing water. By participating in the ability verification of microbial water quality, the laboratory can strengthen the capabilities to ensure the test results of food processing water self-testing. Then the product quality could be promoted.

KEY WORDS: food processing water; microbiological testing; proficiency testing

食品安全关乎生命与健康, 是我们提高生活质量的基础。目前, 食品安全问题已成为全球性问题, 直接关系到世界各国政府的战略性政策制定, 受到广大消费者的高度

重视。食源性疾病并不随经济发展和科技进步而减少或消失, 世界范围内食品安全恶性事件接连发生, 食品安全形势严峻。现在越来越多的经验证明在整个食品加工过程的

*通讯作者: 唐静, 工程师, 主要研究方向为食品微生物检测及分子生物学。E-mail: sigebaby@163.com

*Corresponding author: TANG Jing, Engineer, Food and Agricultural Products Testing Agency, Technical Center of Shandong Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Qingdao 266002, China. E-mail: sigebaby@163.com

各个环节都应该得到良好的监控, 这样才能保证产品最终的质量和品质, 对食品加工用水进行安全卫生控制是生产过程控制的重要环节。

1 食品加工用水

1.1 食品加工用水在食品加工企业中的作用

食品工业是用水型工业之一, 食品制造过程中需要大量用水。啤酒、软饮料等各种饮料, 其制品成分的大部分是水。水在罐头、豆腐等食品制造过程中起重要作用, 并且是制品的主要成分之一。水虽非糖果、糕点、面包、饼干的主要成份, 但在其生产过程中对产品质量亦有重要影响。在各类食品加工生产加工中, 水不仅是制品加工中重要的成分, 而且也用于加工设备、设施和工器具的清洗和消毒。水质的好坏对产品质量起着至关重要的作用。因此, 从一定程度上说, 食品的质量为食品加工用水的质量所左右^[1]。

自从人类社会诞生以来, 食物就是人类生存不可或缺的基本条件之一。目前, 我国的食品行业正快速蓬勃的发展, 预计食品工业的总产值在 2015 年会达到 10 万亿元。食品加工中水占据着重要的地位, 因为清洗原料、烹饪食物、包装消毒、冷却等过程均会需要耗水^[2]。

1.2 食品加工用水相关检测标准和要求

我国要求食品加工企业的加工用水(冰)应当符合国家《生活饮用水卫生标准》^[3]等必要的标准, 对水质的公共卫生防疫卫生检测每年不得少于两次, 自备水源应当具备有效的卫生保障设施。

我国及欧美发达国家与水质相关的标准已有很多(GB 5749^[3]、GB/T 8538^[4]、GB/T 5750^[5]、ISO 7899^[6]、ISO 6222^[7])

和 ISO 9308^[8]等)。但是我国与欧美发达国家相比, 对食品加工用水微生物安全性制标的规定和要求还有差距, 应该加大对生产加工用水的研究力度, 为今后的标准制定等提供技术及理论支持。

2006 年, 欧盟新指令^[9]中对输欧食品加工企业提出新的要求, 要求所有输欧食品加工企业所用的工业用水必须符合欧盟水质要求, 同时厂家要定期向欧盟食品安全管理组织提供出必要的水质检测报告, 否则欧盟将停止从该企业进口食品制成品。由此可见, 国外已经越来越重视食品加工用水的监控与管理。

1.3 不同国家和地区水质的微生物限量指标

水对于维持生命是不可或缺的, 改进饮水安全可以给健康带来切实的好处。最容易受到水源性疾病危害的是婴幼儿、体弱多病者以及老年人等。对于免疫功能严重低下者来说, 由于他们对那些通常不会通过饮用水感染人体的微生物也易感, 因此可能需要对饮用水采取进一步的措施。为了某些特殊目的(例如肾透析或清洁角膜镜片)或者在某些特定的食物加工及药品生产时有可能需要质量更高的水, 所以, 应该采取一切措施尽可能确保饮用水的安全性。

水质的微生物情况常常在很大范围内快速变动。致病微生物即使短期处于高浓度状态也可显著增加疾病的风险并引发水源性疾病的暴发^[10]。为了确保饮用水供应在微生物方面的安全性, 不同国家和地区都在制定生活饮用水卫生标准时, 单独对微生物的限量指标进行了规定, 很少有国家单独对食品加工用水制定相关标准, 所以目前生产用水的微生物限量通常参照生活饮用水进行评价, 具体情况如表 1 所示。

表 1 不同国家和地区生活饮用水微生物限量指标
Table 1 Microbial limit for different countries and regions in drinking water

国别	指标	限量
中国生活饮用水卫生标准 ^[3]	总大肠菌群/(MPN/100 mL 或 CFU/100 mL)	不得检出
	耐热大肠菌群/(MPN/100 mL 或 CFU/100 mL)	不得检出
	大肠埃希氏菌/(MPN/100 mL 或 CFU/100 mL)	不得检出
日本生活饮用水卫生标准 ^[11]	菌落总数/(CFU/mL)	100
	一般细菌/(CFU/mL)	100
美国生活饮用水卫生标准 ^[12]	大肠菌群	不得检出
	军团菌	不得检出
	总大肠杆菌(包括粪型及大肠埃希氏菌)	不得检出
欧盟生活饮用水卫生标准 ^[9]	大肠埃希氏菌/(CFU/100 mL)	不得检出
	肠道球菌/(CFU/250 mL)	不得检出
	铜绿假单胞菌/(CFU/250 mL)	不得检出
	产气荚膜梭菌/(CFU/100 mL)	不得检出
	细菌总数(22 °C)/(CFU/mL)	100
	细菌总数(37 °C)/(CFU/mL)	20

由表1可知,不同国家和地区对生活饮用水的微生物限量指标关注程度并不完全相同,有的要求多、分类细;有的则少、项目单一;但是有一个共同的原则就是所有的病原微生物均不得检出,足由此可见各国对水质病原微生物的关注程度和严格控制的要求。

2 食品加工用水对食品安全的影响

2.1 食品加工用水在食品加工环节中的地位

某些食品加工企业因忽视食品加工用水的水质管理及水处理而发生意想不到的质量事故^[13]。为了保证产品质量,应对食品加工用水进行严格的水质管理及必要的水处理,充分认清食品加工用水在食品加工环节中的重要地位^[1]。

从对豆干加工过程中菌落总数的监测发现,豆干生产过程中的微生物污染途径主要有以下几方面:原料大豆、生产用水、凝固剂、调味料、加工用的机械及器具、车间操作人员、车间空气环境等^[14]。往往其中最容易被忽视的就是第二位重要的生产用水。水作为最基本的啤酒生产原料,几乎遍及啤酒生产每个环节,如果不能保证生产用水无菌,即使其他环节做得最好,最终还是被水二次污染而前功尽弃,所以啤酒加工厂的水质微生物管理水平直接关系到产品质量。但是我国大部分啤酒厂微生物管理水平与世界先进工厂相比,存在着很大的差距^[15]。水是茶饮料加工中最重要的原料之一,通常纯茶饮料中的可溶性固形物含量为0.20%~0.50%,果汁或果味茶饮料固形物含量在20%以下,因而水在茶饮料中的比重一般超过80%,水质的好坏对茶饮料品质有明显的影响。由于人们对茶饮料口感的追求,水中的离子组成及含量、溶氧量、有机物含量,以及水的pH和种类等普遍受到人们的关注,因为这些会影响茶饮料的色泽、滋味、香气和澄清度等品质。水质微生物对茶饮料的影响常常被忽视,其实美国制定的饮用水有害物质允许浓度^[12]、日本的饮用水标准^[11]、中国的生活饮用水卫生标准^[3]等都对微生物这方面有明确的规定。茶饮料用水应达到或超过这些标准的要求^[16]。

2.2 食品加工用水在生产过程中存在的微生物风险

田卓等^[17]对大连地区水产企业加工用水肠球菌进行检测和分析,证实了水产企业加工用水中肠球菌的存在,并测出其带菌率为14.6%,带菌率较高,而且分布广泛;调查地区加工用水卫生状况不理想,需要采取行之有效的措施,加强预防和治理。张长贵等^[14]研究发现,豆干加工生产用水菌落总数 1.5×10^3 CFU/mL,远远超过我国饮用水卫生标准规定(<100 CFU/mL),其含菌量高的主要原因是企业自己抽取的地下水并贮存于贮水池备用,因而可能是消毒不彻底及贮存过程中微生物污染。董晓燕等^[18]对昌邑市肉鸡加工厂加工用水进行了水质分析,调查结果表明,昌邑市肉鸡加工用水合格率较低,为13.49%,微生物污染安全

风险很高。烟台某食品有限公司以生产糖水栗子出口日本、韩国为主的食品加工公司。由于近期生产的栗子,贮存一段时间后,呈现黄褐色且有混浊现象。查其原因为食品加工用水中铁含量、细菌总量以及因生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 而产生的絮状沉淀^[19]。屠宰企业用水卫生状况经过菌落总数的检测,结果显示屠宰企业冲淋用水中微生物的总数为500 CFU/mL。这比我国农业行业标准无公害食品圈中要求的超出了很多。在这一国家标准中,要求屠宰加工用水中微生物菌落总数不大于10 CFU/100 mL^[20]。

上述研究表明,我国食品加工用水中微生物安全风险很高,但是由于受到水的特殊物理形态等的限制,很难对生产用水进行监控,通常要求食品加工企业对实验室食品加工用水进行自检自控,但是各个实验室对生产加工用水的自我检测能力往往参差不齐,并且很难确保检测结果的准确性和认可性。

3 食品加工用水微生物检测方法及其质量保证

3.1 水质微生物检测的方法

水的微生物监控的主要目的是为了给生产用水的正常运行提供足够的信息,标明生产用水是符合相关的微生物限量标准的,所选用的微生物检验法应该能够使水系统常见的污染微生物和一些水种不允许存在的微生物得以增生并检出,没有一种微生物检验方法可以检验出水系统中所有的微生物。对于水的微生物检测主要包括混合平板法、涂布平板法、膜过滤法以及多管发酵法^[21]。现在国际上多采用膜过滤法,因此很多商业化的膜过滤系统应运而生^[22]。

3.2 能力验证

能力验证是通过实验室能力的外部措施来补充实验室内部质量控制程序的一种方法,目的是确定实验室的检测能力,识别实验室中存在的问题并制定相应的补救措施。实验室通过参加有效的能力验证,并取得满意结果可增加客户对实验室的信任,进一步提高实验室的检测水平,也是国家实验室认可的条件之一。

能力验证是利用实验室间比对判定实验室的校准、检测能力或检查机构能力的活动,是认可机构评价实验室和检查机构技术能力的重要手段,也是判定其申请认可项目和获准项目技术能力的重要依据。能力验证的活动形式主要有:能力验证计划、实验室间比对和测量审核。这3种形式的的能力验证活动具有互补性。随着实验室质量意识的不断提高,能力验证也正被更多实验室用于内部质量控制的外部补充措施,以促进实验室和检查机构的能力建设^[23]。

能力验证活动是各国认可机构加入和维持国际互认协议(Mutual Recognition Arrangement, MRA)的必要条件之一,也是国际组织广泛采用的重要技术手段。我国的能力验证工作经过十几年的努力,在推动实验室能力建设、建

立对实验室结果的信任、确保认可有效性等方面发挥了重要作用。但由于各实验室对能力验证规则和工作程序细节的认知程度不同,加之受能力验证活动周期长、认可项目经济效益等因素的影响,许多实验室参加能力验证的活动频次和覆盖领域未能达到中国合格评定国家认可委员会(China National Accreditation Service for Conformity Assessment, CNAS)的要求^[24,25]。

3.3 水质微生物能力验证对食品加工用水监控的作用

目前多数食品加工企业已经认识到参加能力验证的重要性,并能够按照 CNAS 关于微生物每年至少一次的频次主动参加微生物能力验证^[24,25]。但是作为食品加工企业所参加的能力验证多集中于以食品及饲料为基质的盲样,涉及以水为基质的能力验证活动并没有得到认可和重视。如前所述,由于水质微生物污染或超标的情况影响产品质量和品质,甚至出口的经济事件层出不穷,所以水质微生物能力验证应该受到充分的重视。

通过参加水质微生物能力验证可以正确了解企业自身对食品加工用水的微生物检测能力,有利于日常工作中对本单位加工用水的自检自控。当产品出现问题时,有利于完成对水质问题的排查,一旦发现问题原因确实是加工用水存在微生物方面的污染或超标,也有利于进一步查找污染环节和超标项目,根据具体问题制作解决方案。总之,参加水质微生物能力验证有利于督促食品加工企业对生产用水进行微生物的质量控制,提高其对食品加工用水微生物项目的检测能力,对产品质量起到保障作用,也把企业因水质微生物原因而引起的产品和经济损失降到最低。

4 展 望

随着科学技术的进步,水这种特殊物理和化学形态的物质作为能力验证的基质已不再是什么不可实现的事情,可是水质能力验证多集中在硬度、重金属离子、氟化物、氨氮和马拉硫磷等的检测,对微生物的能力验证仅有某些地区的疾病预防控制中心对内部实验室组织过。今后应该大力推进水质微生物能力验证,增加有水质微生物能力验证资质的能力验证提供者,在费用方面也需要尽可能与其它食品基质能力验证样品保持一致,使水质微生物检测在食品加工用水的自检自控中扮演不可或缺的角色。

参考文献

- [1] 姬衡德. 食品加工用水[J]. 食品与机械, 1994, 4: 23-25.
Ji HD. Water for food processing [J]. Food Mach, 1994, 4: 23-25.
- [2] 卢玉凤. 光合细菌处理食品加工废水试验研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2012: 4.
Lu YF. Experimental study of food processing waste water treatment by photosynthetic bacteria [D]. Harbin: Harbin Inst Technol, 2012: 4.
- [3] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. GB 5749-2006 生活饮用水卫生标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
Minister of Health of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. GB 5749-2006 Standards for drinking water quality [S]. Beijing: China Standard Publishing Press, 2006.
- [4] 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 8538-2008 饮用天然矿泉水检验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
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 8538-2008 Methods for examination of drinking natural mineral water [S]. Beijing: China Standard Publishing Press, 2008.
- [5] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 5750.12-2006 生活饮用水标准检验方法 微生物指标[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
Minister of Health of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. GB/T 5750.12-2006 Standard examination methods for drinking water-Microbiological parameters [S]. Beijing: China Standard Publishing Press, 2006.
- [6] International Standard. ISO 7899-2: 2000 Water quality- Detection and enumeration of intestinal enterococci- Part 2: Membrane filtration method [S].
- [7] International Standard. ISO 6222: 1999 Water quality- Enumeration of culturable micro-organisms- Colony count by inoculation in a nutrient agar culture medium [S].
- [8] International Standard. ISO 9308-1: 2000 Water quality- Detection and enumeration of *Escherichia coli* and coliform bacteria- Part 1: Membrane filtration method [S].
- [9] 欧共体理事会关于生活饮用水水质的条例, 98/83/EEC[S].
EC Council on drinking water quality regulations, 98/83/EEC[S].
- [10] 世界卫生组织饮用水水质标准, 第 1 章 导言, 1992[S].
World Health Organization drinking water standards, Chapter 1, Introduction, 1992[S].
- [11] 日本生活饮用水水质标准, 1993[S].
Japan drinking water quality standards, 1993[S].
- [12] 美国计量测试学会纯水水质标准, 1983[S].
American Society for Measurement water quality standards, 1983[S].
- [13] 苏莉莉. 水源污染与食品安全[J]. 中国医药指南, 2009, 7(13): 117-118.
Su LL. Water pollution and food safety [J]. Guide China Med, 2009, 7(13): 117-118.
- [14] 张长贵, 吴雨, 魏源, 等. 豆干加工的微生物污染途径研究[J]. 中国调味品, 2013, 38 (10): 53-56.
Zhang CG, Wu Y, Wei Y, et al. Study on microbial contamination pathway in processing of dried bean curd [J]. China Condiment, 2013, 38 (10): 53-56.
- [15] 寻杰夫, 肖冬光, 郭学武. 啤酒生产用水微生物控制——水处理系统的改造[J]. 酿酒科技, 2011, 1: 61-64.
Xun JF, Xiao DG, Guo XW. Microbial control of water in beer production-improvement of water treatment system [J]. Liquor Mak Sci Technol, 2011, 1: 61-64.
- [16] 尹军峰. 茶饮料加工用水的基本要求及处理技术[J]. 中国茶叶, 2005, 6: 10-11.
Yin JF. Basic requirements and processing technology of tea beverage

- processing water [J]. *China Tea*, 2005, 6: 10–11.
- [17] 田卓, 麻丽丹, 陈晓东, 等. 大连地区水产企业加工用水大肠菌群检测和分析[J]. *中国食品卫生杂志*, 2013, 23 (5): 461–464.
Tian Z, Ma LD, Chen XD, *et al.* The detection and analysis of *Enterococcus* in processing water for seafood enterprises in Dalian [J]. *Chin J Food Hyg*, 2013, 23 (5): 461–464.
- [18] 董晓燕, 戚凤友, 朱晓惠, 等. 肉鸡加工用水卫生状况调查[J]. *山东食品科技*, 2001, 7: 16.
Dong XY, Qi FY, Zhu XH, *et al.* Broiler processing water health survey [J]. *Shandong Food Sci Technol*, 2001, 7: 16.
- [19] 于万波. 臭氧在食品加工用水处理工程上的应用[J]. *净水技术*, 2002, 21(2): 34–35.
Yu WB. Application of ozone in the field of food processing [J]. *Water Purif Technol*, 2002, 21(2): 34–35.
- [20] 赵慧, 甄少波, 任发政, 等. 生猪屠宰环节微生物状况调查及建议[J]. *农产品加工: 学刊*, 2012, 5: 5–13.
Zhao H, Zhen SB, Ren FZ, *et al.* Investigation and suggestions of microbial condition in the link of live-pig slaughtering [J]. *Acad Period Farm Prod Proc*, 2012, 5: 5–13.
- [21] 王震. 膜过滤法微生物检验简介[J]. *食品安全与检测*, 2005, 9: 60–61.
Wang Z. Brief Introduction of the membrane filters in microorganism examination [J]. *Food Safe Inspect*, 2005, 9: 60–61.
- [22] 朱洪涛, 文湘华, 黄霞. 膜法水处理技术的最新进展[J]. *中国给水排水*, 2007, 23(22): 12–17.
Zhu HT, Wen XH, Huang X. Research progress in membrane technologies for water and waste water treatment [J]. *China Water Waste Water*, 2007, 23(22): 12–17.
- [23] 中国合格评定国家认可委员会, CNAS-RL 02: 2007, 能力验证规则[S]. China National Accreditation Board for Conformity Assessment, CNAS-RL 02: 2007, Rules for Proficiency Testing [S].
- [24] 中国合格评定国家认可委员会, CNAS-AL 07: 2011, CNAS 能力验证领域和频次表[S]. China National Accreditation Board for Conformity Assessment, CNAS-AL 07: 2011, Proficiency Testing Area and Frequency [S].
- [25] 曹芳红, 王法弟, 陈晓霞. 水硬度及阴离子分析的能力验证[J]. *浙江预防医学*, 2006, 18(12): 80.
Cao FH, Wang FD, Chen XX. Ability to verify water hardness and anion analysis [J]. *Zhejiang Prev Med*, 2006, 18(12): 80.

(责任编辑: 张宏梁)

作者简介



唐 静, 工程师, 主要研究方向为食品微生物检测及分子生物学。
E-mail: sigebaby@163.com