

食品安全标准及监督管理

辅酶 Q10 保健食品原料技术要求研究

宁霄¹,金绍明¹,萨翼²,刘彤彤¹,赵梅¹,周刚³,曹进¹(1. 中国食品药品检定研究院,北京 100050;2. 国家市场监督管理总局食品审评中心,北京 100070;
3. 内蒙古自治区药品检验研究院,内蒙古呼和浩特 010020)

摘要:目的 验证保健食品原料辅酶 Q10 主要质量指标的参数,并对不同工艺生产的产品质量一致性进行研究。方法 根据 2020 年版《中国药典》和食品安全国家标准对 40 批次辅酶 Q10 原料的标志性成分、有关物质、异构体、污染物残留量及微生物指标等项目进行检测。结果 所有搜集原料中辅酶 Q10 含量均大于 99.2%;最大单一杂质含量范围在 0.27%~0.37% 之间,总杂质在 0.45%~0.85% 之间;所有样品菌落总数均小于 10 CFU/g,大肠菌群、金黄色葡萄球菌、沙门菌均未检出,酵母菌、霉菌总数均小于 10 CFU/g;水分、炽灼残渣、污染物残留检测结果均符合相关要求。结论 采集的所有辅酶 Q10 作为保健食品原料均符合 2020 年版《中国药典》和 GB 16740—2014《食品安全国家标准 保健食品》的要求。

关键词:辅酶 Q10;保健食品;原料;技术要求

中图分类号:R155

文献标识码:A

文章编号:1004-8456(2023)04-0587-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2023.04.016

Study on the technical requirements of coenzyme Q10 as health food raw materials

NING Xiao¹, JIN Shaoming¹, SA Yi², LIU Tongtong¹, ZHAO Mei¹, ZHOU Gang³, CAO Jin¹

(1. National Institutes for Food and Drug Control, Beijing 100050, China; 2. Center for Food Evaluation, State Administration for Market Regulation, Beijing 100070, China; 3. Inner Mongolia Institutes for Drug Control, Inner Mongolia Hohhot 010020, China)

Abstract: Objective To verify the main quality indexes of coenzyme Q10, and study the quality consistency of coenzyme Q10 produced by different processes. **Methods** According to the *Chinese Pharmacopoeia* (2020 version) and national food safety standards, the main quality indexes such as coenzyme Q10 components, moisture, related substances, isomers, contaminant residues and microbial indexes of 40 batches of raw materials were detected. **Results** The content of coenzyme Q10 in all collected materials was above 99.2%; the maximum single impurity ranged from 0.27% to 0.37%; the total impurity ranged from 0.45% to 0.85%. The total number of colonies in all samples was less than 10 CFU/g, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* were not detected, and the total number of yeasts and molds were less than 10 CFU/g. The results of moisture and contaminant residues all met the requirements. **Conclusion** All coenzyme Q10 collected as health food raw materials met the requirements of *Chinese Pharmacopoeia* (2020 version) and GB 16740-2014 *National Food Safety Standard Health Food*.

Key words: Coenzyme Q10; health food; raw material; technical requirements

辅酶 Q10 在人体呼吸链中发挥重要作用,正常人 30~40 岁后,体内合成辅酶 Q10 的能力逐渐下降,继而引发各种心血管疾病,长期缺乏甚至可能引起心力衰竭^[1-2]。改善辅酶 Q10 缺乏重要的途径

就是补充高剂量的辅酶 Q10^[3-4]。因此,辅酶 Q10 成为全球最受欢迎的营养补充剂之一^[5-6]。据海关进出口数据统计,全球对保健食品原料辅酶 Q10 需求量的 95% 来源于中国。

2003 年美国食品药品监督管理局正式批准辅酶 Q10 作为食品添加剂应用到食品生产中,并可以作为功能性食品在超市、食品连锁店和药店自由出售^[7];2007 年加拿大卫生部建立了天然健康食品原料及其功能目录,并规定了辅酶 Q10 原料合成来源等质量要求。在我国,原国家食品药品监督管理局于 2009 年 9 月 2 日出台了《关于含辅酶 Q10 保健

收稿日期:2021-08-08

基金项目:国家市场监督管理总局保健食品审评中心课题项目

作者简介:宁霄 女 副主任药师 研究方向为食品质量标准研究 E-mail:506612164@qq.com

通信作者:曹进 男 研究员 研究方向为食品质量标准研究

E-mail:caojin@nifdc.org.cn

食品产品注册申报与审评有关规定的通知》(国食药监许[2009]566号),允许辅酶 Q10 按照保健食品使用。目前,我国已批准的以辅酶 Q10 为原料的单方保健食品共 64 种,且数量呈现逐年上升趋势,主要保健功能为增强免疫力和抗氧化等。作为辅酶 Q10 原料及保健食品生产大国,我国有必要建立相关质量评价方法对其质量安全进行控制。

实地考察及文献调研发现,目前辅酶 Q10 的生产工艺包括微生物发酵法和化学合成法。其中,微生物发酵法因成本低,成为主流生产方式。化学合成法主要在茄尼醇的基础上进行结构改造,而茄尼醇是烟草的主要成分之一,所以合成法成为烟草产量较高地区的特色生产方式。目前,不同工艺生产的原料质量一致性研究未见报道。因此,为了解我国辅酶 Q10 原料整体质量水平,本研究搜集了我国主要生产企业,共 40 批次原料样品(每种生产工艺各 20 批次),测定了其质量指标,并对比现行主要相关质量标准,为我国保健食品原料技术要求制定提供重要参考。

1 材料与方法

1.1 主要仪器与试剂

2695-2998 型高效液相色谱仪,配紫外检测器和 Empower 色谱工作站(美国 Waters);Thermo ICE 3 500 型原子吸收分光光度计(美国赛默飞世尔);PF7 型原子荧光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司);MARS-express 微波消解仪(美国 CEM);Milli-Q 型纯水仪(美国 Sartorius);BHW-09C 型敞开式电加热恒温炉(上海博通化学科技有限公司);7890A 型气相色谱仪,配 ECD 电子捕获检测器(美国 Agilent);SGHK-500 型氢空发生器(北京东方精华苑科技有限公司);AL204 电子天平(瑞士 Mettler Toledo);高速离心机(日本 HITACH);超声波提取器(武汉中科公司)。

辅酶 Q10 对照品(USP,批号 HOL006),辅酶 Q9 对照品(USP,批号 R002YO);铅元素溶液标准溶液(1 000 $\mu\text{g}/\text{mL}$)、砷元素溶液标准溶液(1 000 $\mu\text{g}/\text{mL}$)、汞元素溶液标准溶液(1 000 $\mu\text{g}/\text{mL}$),均购自中国计量科学研究院;500 种农药混合标准溶液(50 $\mu\text{g}/\text{mL}$)、黄曲霉毒素 B₁ 标准溶液(100 $\mu\text{g}/\text{mL}$)、黄曲霉毒素 B₂ 标准溶液(100 $\mu\text{g}/\text{mL}$)、黄曲霉毒素 G₁ 标准溶液(100 $\mu\text{g}/\text{mL}$)、黄曲霉毒素 G₂ 标准溶液(100 $\mu\text{g}/\text{mL}$)、赭曲霉毒素 A 标准溶液(100 $\mu\text{g}/\text{mL}$)、玉米赤霉烯酮标准溶液(100 $\mu\text{g}/\text{mL}$),均购自天津阿尔塔科技有限公司;试验用水为超纯水。甲醇、无水乙醇、正己烷、乙酸乙酯为色谱纯,其他试剂为

分析纯,均购自国药集团化学试剂有限公司。

1.2 方法

1.2.1 材料处理方法

从我国两大主要辅酶 Q10 生产商各收集 10 批次辅酶 Q10 样品,制备工艺均为微生物发酵法;从我国以化学合成法为制备工艺的辅酶 Q10 主要生产商收集 20 批次,共计 40 批次。同品种、同等级、同一批投料生产的辅酶 Q10 原料,以同一生产日期为 1 批次。

1.2.2 卫生学检查

参照 2020 年版《中国药典》二部^[8]对收集的 40 批次辅酶 Q10 样品进行鉴别、有关物质与顺式异构体检查;分别参照《中国药典》二部^[7]和 GB/T 22252—2008《保健食品中辅酶 Q10 的测定》^[9],采用液相色谱法对标志性成分含量进行测定(两个方法的溶剂和色谱条件不尽相同,通过结果比对分析,研究原料和制剂产品检测方法结果的一致性);水分测定参照 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》^[10];炽灼残渣测定参照 2020 年版《中国药典》四部^[11]通则 0841 检查;参照 GB 4789.2—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》^[12]、GB 4789.3—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数》MPN 计数法^[13]、GB 4789.4—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验》^[14]、GB 4789.15—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 霉菌和酵母计数》^[15]、GB 4789.10—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 金黄色葡萄球菌检验》^[16]对微生物指标进行检验。

1.2.3 污染物残留

根据主要生产企业的内控标准及工艺流程,发酵工艺使用的发酵培养基中的液体葡萄糖和玉米浆均来源于大豆和玉米,而化学合成工艺的主要原料茄尼醇来源于烟叶;不同厂家工艺中均涉及的有机试剂,种类各不相同,可能包括甲醇、乙醇、正己烷、异丙醚等。针对上述情况,本研究参照 GB 23200.8—2016《食品安全国家标准 水果和蔬菜中 500 种农药及相关化学品残留量的测定 气相色谱-质谱法》^[17]对样品中农药残留进行测定。溶剂残留按 2020 年版《中国药典》四部^[11]残留溶剂测定法和 GB 5009.266—2016《食品安全国家标准 食品中甲醇的测定》^[18]进行测定。参照 GB 5009.22—2016《食品安全国家标准 食品中黄曲霉毒素 B 族和 G 族的测定》^[19]测定样品中的黄曲霉毒素 B 和 G 残留量。参照 GB 5009.96—2016《食品安全国家标准 食品中赭曲霉毒素 A 的测定》^[20]测定样品中的赭曲

霉毒素 A 残留量。参照 GB 5009.209—2016《食品安全国家标准 食品中玉米赤霉烯酮的测定》^[21]测定样品中玉米赤霉烯酮残留量。重金属的测定参照 GB 5009.11—2014《食品安全国家标准 食品中总砷及无机砷的测定》^[22]、GB 5009.12—2017《食品安全国家标准 食品中铅的测定》^[23]、GB 5009.17—2014《食品安全国家标准 食品中总汞及有机汞的测定》^[24]。

1.3 数据处理

40 批次辅酶 Q10 原料主要理化指标包括标志性成分辅酶 Q10、有关物质、炽灼残渣和水分含量,同一批次产品进行 6 次平行检测。统计所有检测结果的均值、标准差、范围区间和变异系数,从而评价辅酶 Q10 原料质量的一致性。

2 结果

2.1 鉴别

对本研究收集的共 40 批次辅酶 Q10 原料样品进行鉴别,所有供试品溶液加硼氢化钠后黄色均消失;供试品溶液主峰保留时间与对照品溶液主峰的保留时间均一致;各批次样品红外吸收光谱图与辅

酶 Q10 红外标准图谱(光谱号:1046)均一致。

2.2 理化指标

40 批次辅酶 Q10 原料主要理化指标结果见表 1。其中标志性成分辅酶 Q10 含量,采用两种方法对同一批次产品进行 6 次平行检测, t 检验法对结果进行统计分析,结果表明,两组结果的 P 值为 0.07, t Stat 绝对值为 1.57,小于 t 双尾临界值 2.23,不存在显著性差异。考虑到药典方法中的稀释过程大大降低取样成本,同时保持了与有关物质检测方法的一致性,更加适合原料的检测,因此选择该方法作为标志性成分的检测方法,辅酶 Q10 的液相色谱图、最大单一杂质辅酶 Q9 的液相色谱图和顺式异构体的液相色谱图见图 1~3。

由表 1 可知,所有检测指标的变异系数均小于 1,由大到小的顺序为:水分>炽灼残渣>杂质总量>单一最大杂质含量>标志性成分含量。研究结果显示,以上理化指标检测方法能够准确有效稳定地控制辅酶 Q10 原料产品的质量,且所有收集到用于生产保健食品的辅酶 Q10 原料质量一致性较好,相关指标均符合 2020 年版药典的药品级原料限值要求。

表 1 辅酶 Q10 原料理化指标($n=6$)

Table 1 Physical and chemical indexes of coenzyme Q10 ($n=6$)

指标(%)	均值	标准差	变异系数	最大值	最小值	中国药典限值
标志性成分含量	99.3	0.12	0.001 2	99.5	99.2	98.0~101.0
杂质总量	0.71	0.11	0.15	0.85	0.45	≤1.0
单一最大杂质含量	0.32	0.039	0.12	0.37	0.27	≤0.5
顺式异构体	—	—	—	—	—	≤0.5
水分	0.021	0.015	0.73	0.060	0.010	≤0.2 [*]
炽灼残渣	0.057	0.015	0.26	0.070	0.030	≤0.1

注:*表示该限值为 2015 年版

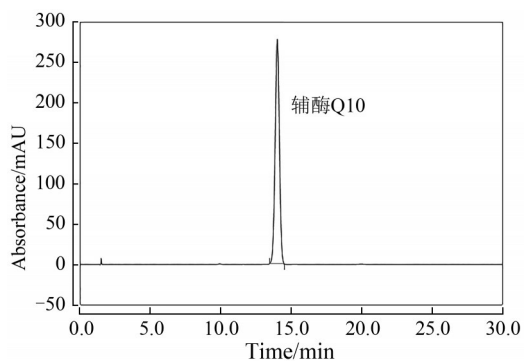


图 1 辅酶 Q10 的液相色谱图

Figure 1 Liquid chromatography of coenzyme Q10

2.3 微生物指标

40 批次辅酶 Q10 原料微生物检测结果显示所有样品菌落总数均小于 10 CFU/g,酵母菌总数小于 10 CFU/g,霉菌总数小于 10 CFU/g,大肠菌群、沙门菌、金黄色葡萄球菌均未检出,见表 2。本研究结果均满足 GB 16740—2014《食品安全国家标准 保健

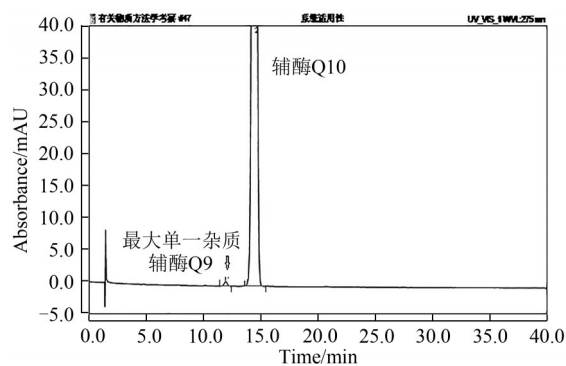


图 2 最大单一杂质辅酶 Q9 的液相色谱图

Figure 2 Liquid chromatogram of coenzyme Q9, the largest single impurity

食品》^[24]中微生物的限量要求。

2.4 污染物残留

40 批次辅酶 Q10 样品农药和真菌毒素残留均未检出,重金属与溶剂残留检测结果见表 3,结果显示重金属残留均符合 GB 16740—2014《食品安全国

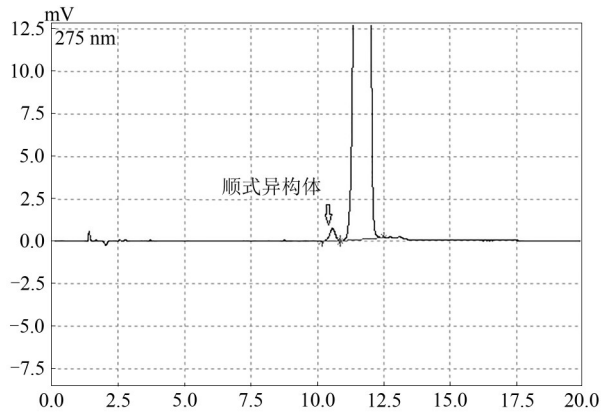


图3 顺式异构体的液相色谱图

Figure 3 Liquid chromatography of cis-isomers

表2 微生物指标检测结果(n=6)

Table 2 Microbiological index test results (n=6)

指标	检测结果	GB 16740—2014
		限值
菌落总数/(CFU/g)	≤10	≤300 00
霉菌和酵母/(CFU/g)	≤10	≤50
大肠菌群/(MPN/g)	—	≤0.92
沙门菌	—	≤0/25g
金黄色葡萄球菌	—	≤0/25g

表3 污染物残留检测结果

Table 3 Detection results of contaminant residues

项目	指标	检测结果最大值/	限值/
		(mg/kg)	(mg/kg)
重金属	铅(以Pb计)	0.39	≤2.0
	总砷(以As计)	0.29	≤1.0
	总汞(以Hg计)	—	≤0.3
溶剂残留	正己烷	4	≤290
	异丙醚	—	≤300
	乙醇	214	≤500 0
	甲醇	—	≤300 0

注:重金属检测结果参考GB 16740—2014限值,溶剂残留检测结果参考2020年版《中国药典》限值

家标准《保健食品》^[25]的限值要求;正己烷最大残留量为4 mg/kg、乙醇最大残留量为214 mg/kg,甲醇和异丙醚均未检出。

由于最新版本GB 2760—2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》^[26]已经删除了甲醇作为加工助剂,虽然2020年版《中国药典》中含有甲醇残留指标,但辅酶Q10作为保健食品原料,应当遵守符合食品安全国家强制标准的原则,所以甲醇将不能在辅酶Q10的提取工艺中出现,其残留量应为未检出。GB 5009.266—2016^[18]中显示,该检测方法的检出限为7.5 mg/kg,而本研究中所有供试品甲醇残留量均小于5 mg/kg,低于检出限可视为未检出,符合食品安全国家标准的规定。异丙醚不属于食品加工助剂,应不得检出,所有样品均未检出。乙醇作为食品加工助剂,允许在各类食品加工过程中使用,残留量不需限定^[26]。本研究中所有供

试品中均检出乙醇,但均小于5 000 mg/kg,符合《中国药典》限值要求。正己烷作为食品加工助剂,允许作为提取溶剂使用^[26],但未规定限量;参照《中国药典》中相关要求,本研究中所有供试品中正己烷残留量均小于300 mg/kg,符合《中国药典》限值要求。

3 讨论

本研究测定了40批次辅酶Q10原料样品的主要质量指标,并与国内相关标准进行对比分析。结果显示,40批次辅酶Q10样品中标志性成分含量、有关物质、炽灼残渣等理化指标均符合2020年版《中国药典》^[8]要求。菌落总数、大肠菌群、沙门菌、金黄色葡萄球菌、酵母菌总数与霉菌总数等微生物指标满足GB 16740—2014^[24]中的限量要求。农药残留、溶剂残留、重金属与真菌毒素残留量均符合相关食品安全国家标准的要求。本研究收集的样品覆盖目前国内最主要的3个生产厂家,该3家企业供应量总和占据全国市场份额的95%以上,能够代表国内辅酶Q10原料质量现状。同时,40批次供试品中微生物发酵工艺与化学合成工艺各20批次,从质量指标分析,产品质量基本一致,均符合2020年版《中国药典》和GB 16740—2014的相关要求。

本研究对相关技术要求的制定提出以下4点建议:(1)本研究对比了2020年版《中国药典》以及9.4版欧洲药典(EP9.4)、2018年版英国药典(BP2018)和第41版美国药典(USP41)等,发现鉴别项下《中国药典》最为严谨,分别采用显色法、液相色谱法和红外光谱法3种方法,而其他各国仅采用其中的1~2种进行鉴别。因此,建议与最严谨的《中国药典》保持一致,采用3种方法进行鉴别;(2)有关物质检查项下,各国标准中EP9.4和BP2018要求最为严格,分别要求单个杂质含量小于0.3%、杂质总量小于0.6%,其次为《中国药典》,限度分别为0.5%和1.0%。然而,本研究收集的40批次样品能够代表我国整体水平,有关物质的检查结果为:最大单一杂质含量范围在0.27%~0.37%之间,总杂质在0.45%~0.78%之间,因此,建议与《中国药典》保持一致。(3)农药残留、真菌毒素等相关安全指标检测结果均符合食品安全国家标准,建议参照食品安全国家标准对相关原料进行控制,无需对成品设置该类指标。(4)溶剂残留量在相关食品安全国家标准未制定限量,建议根据实际工艺并参照欧美等国外法规设定限量值。

参考文献

- [1] AASETH J, ALEXANDER J, ALEHAGEN U. Coenzyme Q10 supplementation - In ageing and disease [J]. *Mechanisms of Ageing and Development*, 2021, 197: 111521.
- [2] SHIN J Y, CHOI J W, KIM D G, et al. Protective effects of Coenzyme Q10 against acute pancreatitis [J]. *International Immunopharmacology*, 2020, 88: 106900.
- [3] CASAGRANDE D, WAIB P H, JORDÃO A A J R. Mechanisms of action and effects of the administration of Coenzyme Q10 on metabolic syndrome [J]. *Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism*, 2018, 13: 26-32.
- [4] RUSCIANI L, PROIETTI I, RUSCIANI A, et al. Low plasma coenzyme Q10 levels as an independent prognostic factor for melanoma progression [J]. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 2006, 54 (2): 234-241.
- [5] Mucklow J C. *Martindale: The Complete Drug Reference* [J]. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 2000, 49(6).
- [6] *Pharmacopoeial Standards: United States Pharmacopeia and National Formulary (USP 30 - NF 25)* [M]. 2006.
- [7] 万艳娟, 吴军林, 吴清平. 辅酶Q10生理功能及应用研究进展[J]. *食品工业科技*, 2014, 35(14): 390-395.
WAN Y J, WU J L, WU Q P. Research progress in physiological functions and application of coenzyme-Q10 [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2014, 35(14): 390-395.
- [8] 国家药典委员会. 中国药典2020年版药典委员会[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.
National Pharmacopoeia Commission. *Chinese Pharmacopoeia 2020 Edition Pharmacopoeia Committee* [M]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2020.
- [9] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 保健食品: GB 16740—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
National Health Commission of the People's Republic of China. *National food safety standard-Health Food: GB 16740—2014* [S]. Beijing: Standards Press of China, 2015.
- [10] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中水分的测定: GB 5009.3—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health Commission of the People's Republic of China. *National food safety standard-Determination of moisture in food: GB 5009.3—2016* [S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [11] 国家药典委员会. 《中国药典》2020年版四部通则(草案) [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.
National Pharmacopoeia Commission. *The Four General Principles of Chinese Pharmacopoeia, 2020 Edition (draft)* [M]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2020.
- [12] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定: GB 4789.2—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health Commission of the People's Republic of China, State Food and Drug Administration. *National food safety standard-Determination of total number of bacterial colonies for food microbiology inspection: GB 4789.2—2016* [S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [13] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数: GB 4789.3—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health Commission of the People's Republic of China, State Food and Drug Administration. *National food safety standard-Food microbiology test coliform count: GB 4789.3—2016* [S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [14] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验: GB 4789.4—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health Commission of the People's Republic of China, State Food and Drug Administration. *National food safety standard-Food microbiology test Salmonella test: GB 4789.4—2016* [S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [15] 国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 霉菌和酵母计数: GB 4789.15—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health Commission of the People's Republic of China, National Medical Products Administration. *National food safety standard-Food microbiology test Mold and yeast count: GB 4789.15—2016* [S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [16] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 金黄色葡萄球菌检验: GB 4789.10—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health Commission of the People's Republic of China, State Food and Drug Administration. *National food safety standard-Food microbiology test Staphylococcus aureus test: GB 4789.10—2016* [S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [17] 国家卫生和计划生育委员会, 农业部, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 水果和蔬菜中500种农药及相关化学品残留量的测定气相色谱-质谱法: GB 23200.8—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health Commission of the People's Republic of China, Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China, State Food and Drug Administration. *National food safety standard-Determination of 500 pesticide and related chemical residues in fruits and vegetables - Gas chromatography-mass spectrometry: GB23200.8—2016* [S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [18] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中甲醇的测定: GB 5009.266—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health Commission of the People's Republic of China, State Food and Drug Administration. *National food safety standard-Determination of methanol in food: GB 5009.266—2016* [S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [19] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中黄曲霉毒素B族和G族的测定: GB 5009.22—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health Commission of the People's Republic of China, State Food and Drug Administration. *National food safety standard-Determination of Aflatoxin B and G groups in food: GB 5009.22—2016* [S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.

- [20] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中赭曲霉毒素A的测定: GB 5009.96—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health Commission of the People's Republic of China, State Food and Drug Administration. National food safety standard—Determination of ochratoxin A in food: GB 5009.96—2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [21] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中玉米赤霉烯酮的测定: GB 5009.209—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health Commission of the People's Republic of China, State Food and Drug Administration. National food safety standard—Determination of zearalenone in food: GB 5009.209—2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [22] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中总砷及无机砷的测定: GB 5009.11—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
National Health Commission of the People's Republic of China, State Food and Drug Administration. National food safety standard—Determination of total arsenic and inorganic arsenic in food: GB 5009.11—2014[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.
- [23] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中铅的测定: GB 5009.12—2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health Commission of the People's Republic of China, State Food and Drug Administration. National food safety standard—Determination of lead in food: GB 5009.12—2017[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [24] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中总汞及有机汞的测定: GB 5009.17—2021[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.
National Health Commission of the People's Republic of China. National food safety standard—Determination of total mercury and organic mercury in food: GB 5009.17—2021[S]. Beijing: Standards Press of China, 2021.
- [25] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 保健食品: GB 16740—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
National Health Commission of the People's Republic of China. National food safety standard—Standards for use of food additives: GB 2760—2014[S]. Beijing: Standards Press of China, 2015.
- [26] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准: GB 2760—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
National Health Commission of the People's Republic of China. National food safety standard—Standards for use of food additives: GB 2760—2014[S]. Beijing: Standards Press of China, 2015.