

## 蜜饯食品中二氧化硫的检测分析与健康风险评估

唐静, 阮若云, 刘晓飞, 罗玥 (四川省食品药品检验检测院, 四川成都 610100)

**摘要** [目的]了解蜜饯食品中二氧化硫的残留状况和评估其残留量对人体健康的风险。[方法]采用蒸馏-滴定法对所抽检的蜜饯进行了检测,并在此基础上结合问卷调查和点评估法,进行了人体的健康风险评估。[结果]二氧化硫残留量的检测结果表明,有4类蜜饯食品容易超标,其中梅干和杏干是属于二氧化硫残留量更为容易超标的食品,其二氧化硫残留量平均值分别为0.82和0.63 g/kg,基本上为国家规定标准限量(0.35 g/kg)的2倍以上;暴露评估的结果表明,梅干和杏干对人体具有一定的风险,风险较大的是少年儿童,其风险商值(HQ)均大于1,且成年女性也有较大的风险,其来源于梅干的HQ远大于1,来源于杏干的HQ也是略大于1。[结论]该研究为消费者和监管部门提供参考依据。

**关键词** 蜜饯;二氧化硫残留量;检测分析;健康风险评估

**中图分类号** R155.5 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)08-0164-04

## Detection Analysis and Health Risk Assessment of Sulfur Dioxide Residue in Sweetmeat

TANG Jing, RUAN Ruo-yun, LIU Xiao-fei et al (Food and Drug Testing Institute of Sichuan Province, Chengdu, Sichuan 610100)

**Abstract** [Objective] The research aimed to understand the residual sulfur dioxide in sweetmeat and assess the risk of the residues to human health. [Method] The sweetmeat taken from markets and small shops was studied by distillation-titration method. The health risk on human was evaluated by questionnaire and the point evaluation method based on the content of sulfur dioxide. [Result] Sulfur dioxide residue testing results showed that there were four kinds of sweetmeat easily exceeded, among which prunes and dried apricots were more easily exceeded. The mean value of sulfur dioxide residue in prunes and apricots was 0.82 and 0.63 g/kg respectively, which was more than twice the standard limit (0.35 g/kg) for the state. Exposure assessment results showed that prunes and dried apricots had a certain risk to the human body, the risk value for children was bigger, the risk quotient value HQ was greater than 1 and adult female also had greater risks, the HQ from prunes was much greater than 1, the HQ from apricots was also slightly greater than 1. [Conclusion] The study provides a reference for consumers and regulators.

**Key words** Sweetmeat; Sulfur dioxide residue; Detection analysis; Health risk assessment

蜜饯食品是以果蔬和糖类为原料,经加工制成的蜜饯类、凉果类、果脯类、话化类、果丹(饼)类和果糕类产品,是一种有独特口味的休闲食品<sup>[1]</sup>。蜜饯的传统制作工艺是在制作过程中采用亚硫酸盐类物质或熏硫方法进行处理,这样可以保持产品鲜艳的色彩,防止产生褐变,同时产生的二氧化硫遇水形成亚硫酸,对细菌有一定的抑制作用,具有防腐、抗氧化等功能,能延长食品保质期,特别是在酸性食品防腐上效果较好<sup>[2]</sup>。二氧化硫随食品进入人体后生成亚硫酸盐,并由组织细胞中的亚硫酸氧化酶将其氧化成硫酸盐,通过正常解毒过程后最终由尿液排出体外<sup>[3]</sup>。这类添加剂国家虽未禁止,但严格规定每公斤蜜饯食品中含量不得超过0.35 g<sup>[4]</sup>。亚硫酸盐日允许摄入量(ADI)0~0.7 mg/kg 体重质量[以SO<sub>2</sub>计,联合国粮食及农业组织/世界卫生组织(FAO/WHO)]<sup>[5-6]</sup>。现代医学研究表明,亚硫酸盐具有一定的毒性,可与蛋白质的巯基发生可逆反应,刺激消化道黏膜,出现恶心、呕吐、腹泻等症状,进而导致免疫力下降<sup>[7]</sup>;过量摄入对胃肠有损害,能造成剧烈腹泻及临床表现,会影响人体对钙的吸收,并破坏B族维生素;长期影响可引起头痛,对肝脏有一定损害,使红细胞、血红蛋白减少,也可致脑、肝、脾等脏器的退行性变性<sup>[3]</sup>。

国内一些厂家不规范操作易造成二氧化硫残留量超过国家标准。由于蜜饯食品是老少皆喜的食品,其卫生质量会直接影响人体的健康,尤其是少年儿童。而目前,有关蜜饯食品的二氧化硫残留量的研究报道较多,但主要涉及的是二

氧化硫的检测方面<sup>[8-11]</sup>,而有关蜜饯食品中二氧化硫风险评估方面的研究鲜见报道。为了蜜饯食品及相关加工食品的消费安全,有必要对蜜饯食品中的二氧化硫残留现状及健康风险进行评估。因此,笔者采用蒸馏-滴定法对所抽检的蜜饯进行了检测,并在此基础上结合问卷调查和点评估法,进行了人体的健康风险评估,以期为消费者购买提供指导作用,为监管部门提供参考。

## 1 材料与方法

**1.1 材料与试剂** 根据国家监督任务抽取全国一些代表性的省市食品加工厂蜜饯类食品样品94个,根据四川省监督任务抽取省内代表性的食品加工厂蜜饯类食品样品49个,一共143个样品。抽取地点是超市和小杂食店。

乙酸铅、盐酸、碘、碘化钾、可溶性淀粉等试剂,均为分析纯;试验用水为蒸馏水。

**1.2 仪器与设备** 盛泰 ST106-1RW 型智能一体化蒸馏仪,厂家为山东济南盛泰电子科技有限公司。

## 1.3 方法

**1.3.1 二氧化硫的测定方法。**根据 GB 5009.34—2016<sup>[12]</sup>,采用蒸馏-滴定法进行二氧化硫残留量的检测,即在密闭的容器中对试样(样品通过捣碎机进行粉碎)进行酸化并加热蒸馏,使释放出其中的二氧化硫,用乙酸铅吸收,吸收后用浓盐酸酸化,再以碘标准溶液滴定,根据所消耗的碘标准溶液的体积来计算出试样中二氧化硫的含量。

**1.3.2 暴露评估。**FAO和WHO联合食品添加剂专家委员会(JECFA)对二氧化硫制定的每日允许摄入量(ADI)为0~0.7 mg/kg 体重<sup>[5-6]</sup>。该研究依据饮食行为调查中常采用的方法,即饮食回忆法和食物频率法<sup>[13]</sup>,对100名不同城市的

儿童及成年人进行了每日蜜饯摄入量相关调查,包括消费的蜜饯类型及蜜饯摄入量。根据“1.3.1”中检测的二氧化硫残留状况统计,只做了容易超标的蜜饯的问卷调查和暴露评估。将整个调查人群按照年龄、性别分为6组。以各组的二氧化硫摄入量平均值与JECFA规定的ADI值分别进行比较。

**1.3.3 暴露量的计算。**近年来,我国比较重视食品的质量安全问题,并将风险评估纳入了食品质量安全管理当中,风险评估是指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作用的发生可能性与严重程度所做的科学评估<sup>[14]</sup>。该研究中,对蜜饯食品中二氧化硫慢性暴露的人体健康风险进行了点评估,计算了由蜜饯摄入引起的二氧化硫暴露风险系数(hazard quotients,  $HQ$ ),二氧化硫日均暴露量(average daily doses,  $ADD$ )和  $HQ$  按公式(1)、(2)计算<sup>[13]</sup>:

$$ADD = \frac{C \times IR}{BW} \quad (1)$$

$$HQ = \frac{ADD}{ADI} \quad (2)$$

式中, $ADD$ 为二氧化硫日均暴露量[ $\text{mg}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ ]; $C$ 为蜜饯食品中二氧化硫平均含量( $\text{mg}/\text{kg}$ ); $IR$ 为每人每天蜜饯摄入量( $\text{kg}/\text{d}$ ); $BW$ 为人的平均体重( $\text{kg}$ ); $ADI$ 为每日允许摄入量[ $\text{mg}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ ]; $HQ$ 为风险系数。

**1.3.4 合格率判定标准。**检测结果按照GB 2760—2014<sup>[2]</sup>食品安全国家标准 食品添加剂使用标准判定。

## 2 结果与分析

**2.1 蜜饯中二氧化硫的残留状况分析** 从检测结果(表1)来看,所抽取的143个样品中,二氧化硫残留量的平均值为0.29 g/kg,低于国家标准的限量。但17类蜜饯食品中,全部合格有13类,分别是桔饼、菠萝、柠檬、樱桃、地瓜、山楂、李、车厘子、枣、木瓜、葡萄、芒果、梨,存在问题的有4类,分别是冬瓜条、梅、杏、桃。在超标的17个样品中,含量为0.42~3.50 g/kg,具体情况见表2。

表1 17类蜜饯二氧化硫残留量检测结果

Table 1 Detection results of sulfur dioxide in 17 types of sweetmeat

蜜饯类别 Sweetmeat classes	样品数量 Number of sample//个	二氧化硫平均值 Average sulfur dioxide//g/kg	均值范围 Mean range g/kg	超标数量 Quantity exceeding limits//个	超标率 Rate exceeding limits//%
桔饼 Orange cake	9	0.26	0~0.27	0	0
冬瓜条 Melon strips	13	0.44	0.42~0.45	2	15.4
樱桃 Cherry	5	0.05	0.04~0.05	0	0
菠萝 Pineapple	5	0.01	0~0.02	0	0
地瓜 Sweet potatoes	6	0.23	0.15~0.33	0	0
山楂 Hawthorn	8	0	0	0	0
柠檬 Lemon	10	0.01	0~0.02	0	0
梅 Plum	17	0.82	0~3.50	6	35.3
李 Lee	4	0.09	0~0.20	0	0
车厘子 Cherries	4	0.11	0.06~0.16	0	0
枣 Chinese date	5	0.22	0~0.22	0	0
桃 Peach	6	0.43	0~0.80	1	16.7
木瓜 Papaya	6	0.03	0~0.10	0	0
葡萄 Grape	10	0	0	0	0
芒果 Mango	10	0	0	0	0
杏 Apricot	20	0.63	0~1.98	8	40.0
梨 Pear	5	0	0	0	0
合计 Total	143	0.29	—	17	11.9

表2 4类超标样品的二氧化硫残留量

Table 2 The content of sulfur dioxide in four samples beyond the standard

蜜饯类别 Sweetmeat classes	超标数量 Quantity exceeding limits//个	二氧化硫残留量 Sulfur dioxide residual content//g/kg
冬瓜条 Melon strips	2	0.42, 0.45
梅 Plum	6	3.50, 2.90, 1.33, 1.58, 0.42, 0.63
桃 Peach	1	0.80
杏 Apricot	8	0.75, 0.75, 1.98, 0.50, 1.94, 1.78, 0.66, 0.52

留量差异较大,其中梅干和杏干的残留量最高,最高值分别达3.50和1.98 g/kg,为标准限量的6~10倍;其次,冬瓜条和桃干,其最高值分别为0.45和0.80 g/kg。这17类蜜饯食品中,大众喜爱的山楂的二氧化硫检出率最低。

**2.2 二氧化硫的健康风险评估** 将二氧化硫的  $ADD$  与二氧化硫的  $ADI$  做比较来评估潜在的健康风险,按照美国环境保护署的标准方法,慢性毒性作用的风险以来自于暴露于一定场所媒体的剂量与被认为安全剂量的比值来表示,这个比值被称为  $HQ$ ,当  $HQ > 1$  时,表明相关暴露人群有健康风险,数值越大,风险越大; $HQ < 1$ ,表明没有明显健康风险,而且数值越小,风险越小<sup>[15]</sup>。该研究中选取JECFA对二氧化硫摄入量规定的最大值[0.7  $\text{mg}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ ]作为  $ADI$  值来计算  $HQ$ 。

结合表1和表2可以看出,各类蜜饯食品的二氧化硫残

调查问卷的结果表明,人们对于杏、梅和山楂的喜爱程度更大,杏干占32.9%,梅干占40.0%,山楂占56.5%,但结合二氧化硫的残留状况,表明山楂的二氧化硫残留量均未超过标准限量值。而在超标的4种喜爱食品中,杏干与梅干的超标率大于冬瓜条和桃干。因此,综合考虑,最后选择不同年龄阶段的人群对来源于梅干和杏干的二氧化硫的暴露量进行数据分析,以间接来评估蜜饯中二氧化硫的健康风险。

从表3和表4的暴露评估结果可以看出,处于2~7岁的儿童和8~16岁的少年,由于体重较成年人轻,且消费量较高,因此对来源于梅干的二氧化硫摄入平均值(ADD)分别

是ADI的2.93和3.12倍,对来源于杏干的ADD分别是ADI的0.93和1.80倍,可见,少年儿童对来源于梅干的二氧化硫风险系数HQ>1,说明风险比较大。而杏干,儿童的HQ也是接近风险系数的边缘,接近于1,少年的HQ则超过了1。此外,他们比较喜爱各种“五毛食品”以及其他含硫的添加剂食物,比如饼干、果汁、漂白莲藕、熏制银耳、黄花菜等<sup>[16-17]</sup>,因此其每日摄入二氧化硫的量可能比此估值要高。由于儿童的神经系统尚未完善,更容易受硫化物的毒性影响,所以更应该加强关注少年儿童,控制二氧化硫残留量较高的食物的摄入。

表3 各组人群对来源于梅干的二氧化硫的暴露量

Table 3 All groups of sulfur dioxide exposure levels from prunes

组别 Group	年龄/性别 Age/gender	参考体重 Reference weight//kg	ADI mg/(kg·d)	IR kg/d	ADD mg/(kg·d)	HQ
1	2~7	20	0.7	0.05	2.05	2.93
2	8~16	30	0.7	0.08	2.19	3.12
3	17~44M	65	0.7	0.05	0.63	0.90
4	17~44F	50	0.7	0.15	2.46	3.51
5	45~60M	55	0.7	0.02	0.30	0.43
6	45~60F	60	0.7	0.05	0.68	0.98

注:F为女性组,M为男性组

Note:F stands for female group,M stands for male group

表4 各组人群对来源于杏干的二氧化硫的暴露量

Table 4 All groups of sulfur dioxide exposure levels from apricots

组别 Group	年龄/性别 Age/gender	参考体重 Reference weight//kg	ADI mg/(kg·d)	IR kg/d	ADD mg/(kg·d)	HQ
1	2~7	20	0.7	0.02	0.65	0.93
2	8~16	30	0.7	0.06	1.26	1.80
3	17~44M	65	0.7	0.02	0.20	0.29
4	17~44F	50	0.7	0.06	0.76	1.08
5	45~60M	55	0.7	0.01	0.12	0.17
6	45~60F	60	0.7	0.02	0.22	0.31

注:F为女性组,M为男性组

Note:F stands for female group,M stands for male group

从结果中还看出,作为成年女性喜爱的零食,由于她们的消费量较大,因此对来源于梅干的二氧化硫平均摄入量为ADI的3.51倍,HQ是相当高,风险大于少年和儿童。而对于杏干的二氧化硫平均摄入量为ADI的1.08倍,也是刚刚超过风险系数的边缘。况且成年女性都会存在怀孕生子的情况,为了成年女性自身和下一代的健康,因此更加应该控制这类食物的摄入。

对来源于梅干的暴露评估结果来看,成年的男性和中老年的女性由于消费量较大,因此也是接近风险值HQ的边缘,又由于蜜饯这种食品,糖分和热量都比较高,建议中老年人应该要严格控制其摄入,以免产生除二氧化硫引起的病症外,还会产生糖尿病和肥胖病等。

食品自身产生的二氧化硫也是膳食硫化物不可忽视的另一重要来源。研究发现,人为未添加任何硫化物等添加剂的情况下,某些食品在发酵过程中也会产生二氧化硫,如葡萄酒和果酒类的发酵过程自然产生的亚硫酸盐含量最高可

达300 mg/kg,即使在一般情况下也会达到40 mg/kg,这一指标也远超出了美国FDA规定的食品中亚硫酸盐含量的安全范围要求<sup>[18]</sup>。香菇在采后由于自身的代谢也会产生二氧化硫,并且严重地超出了许多国家规定的残留标准<sup>[19]</sup>。另一方面,食品中有相当大的一部分是植物体,植物体内都有一定含量的游离态和结合态的二氧化硫。动物在生长过程中,由于进食植物,体内也会积累。所以植物食品和动物食品都有一定天然来源的二氧化硫<sup>[20]</sup>。

因此,结合二氧化硫的几种来源,每人每日从食物中摄入的二氧化硫量并不低,以及蜜饯属于糖分高、热量高的零食,建议不管哪个年龄阶段都应该严格控制对蜜饯食品的摄入。

### 3 结论与讨论

该研究为蜜饯食品中二氧化硫的初步暴露评估,从评估结果可以看出,蜜饯食品中的二氧化硫对于少年儿童和成年女性都存在比较大的风险,因此,需要关注这类人群蜜饯食

品的摄入情况,尤其是还处在成长发育阶段的少年儿童以及面临怀孕生子的成年女性。

由于只是初步的暴露评估,因此在评估过程中存在很多的不确定性。例如膳食摄入量的数据来自小范围的调查问卷,则其数据不能完全代表全国的实际消费状况。该研究采用的二氧化硫含量的数据来源是根据抽检的 143 份样品统计出来的,其样本量有限,抽检食品的代表性也有待提高。体质量方面,由于选取的人是同一个年龄阶段的平均体重,因此也会因人而异,存在一定的风险偏差。此外,在评估梅干和杏干二氧化硫残留对人体暴露风险时,存在许多差异性,如不同人群(常人及敏感人群,主要为老人、孕妇、儿童以及病人等)、消费量、体质量、消费频率和最低检出限等。

在对膳食二氧化硫评估下一步研究中,一方面应该尽可能地考虑上述的这些因素,加大样品含量;另一方面,应该加大对居民消费量较高的其他食物中硫化物含量的测定和暴露评估,采用更为精细的评估方法,提高评估的准确度和精确度,更好地对硫化物的使用安全风险进行评估和监测,为监管部门提供参考作用。消费者在购买蜜饯食品时需要谨慎,注意食品的鲜艳程度、标签等,最好是通过正规的渠道,产品带有 QS 标志。当然,建议有关部门应加强风险监测和评估机制;作为执法监管部门,应加大抽查监测力度,对违法使用、滥用添加剂的企业加强处罚,确保食品添加剂的使用安全,确保人类饮食安全。

#### 参考文献

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 蜜饯通则: GB/T 10782—2007[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [2] 周德庆, 张双灵, 辛胜昌. 亚硫酸盐在食品加工中的作用及其应用[J].
- [4] 胡园园, 陈一资. 胺类药物磺胺二甲嘧啶对人和动物的危害机理及其残留的检测方法[C]/中国畜牧兽医学会兽医食品卫生学分会第五次会员代表大会暨第九次学术交流会议论文集. 北京: 中国畜牧兽医学会, 2006.
- [5] 张闻娟. 鸡肉中磺胺类药物残留风险评估[D]. 武汉: 华中农业大学, 2013.
- [6] 廖理克, 屈裕华, 吴孔兴. 几种兽药残留对人体的危害[J]. 广东畜牧兽医科技, 2004, 29(2): 50—51.
- [7] 王瑞深. 肉品中残留磺胺类药的危害及其监控[J]. 兽医导刊, 2010(2): 50—51.
- [8] 赵超英. 食品中农药和兽药残留对人体的危害[J]. 中国全科医学, 2006, 9(13): 1086—1087.
- [9] 张海玲. 分泌抗磺胺类药物单克隆抗体杂交瘤株的建立[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2009.
- [10] 赵书景, 贺绍君, 罗国琦, 等. 动物性食品中磺胺类药物残留检测方法的研究进展[J]. 中国畜牧兽医, 2009, 36(8): 60—63.
- [11] 关舒函. 黑龙江省猪肉中五种磺胺类药物残留的检测与风险评估[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2016.
- [12] 代婷婷, 林华萍, 段婕, 等. 毛细管区带电泳化学发光法测定食品中残留的磺胺类药物[J]. 分析化学, 2016, 44(5): 747—753.

- 食品科学, 2004, 25(12): 198—201.
- [3] 李东云, 任白雪, 陈金哲. 蜜饯类食品中二氧化硫残留量与其色泽相关性的探讨[J]. 实用医技杂志, 2012, 19(4): 383—384.
- [4] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会. 食品添加剂使用标准: GB 2760—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [5] 方志飞. 笋制品中二氧化硫的风险评估[D]. 海口: 海南大学, 2010.
- [6] 黄镁. 食品中二氧化硫残留量的控制及检测[J]. 中国高新技术企业, 2010(17): 38—39.
- [7] 陈飞东, 戴志远. 食品中亚硫酸盐测定方法的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(8): 139—142.
- [8] 李文生, 杨建军, 王宝刚, 等. 北京市场果脯蜜饯二氧化硫残留分析[J]. 中国食品添加剂, 2014(8): 187—189.
- [9] 江朝华. 蜜饯中二氧化硫残留量检测及超标问题分析[J]. 农业研究与应用, 2011(2): 29—31.
- [10] 顾婷婷. 蜜饯果脯类食品中二氧化硫测定方法研究分析[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(14): 107—108.
- [11] 曾秀珊, 曾石峭, 成莲, 等. 蒸馏法测定果脯中二氧化硫的不确定度评定[J]. 现代食品, 2017(6): 91—94.
- [12] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品中二氧化硫的测定: GB 5009.34—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [13] 王艳红, 安宇, 张敏, 等. 人参中二氧化硫残留分析与健康风险评估[J]. 食品科学, 2015, 36(24): 214—219.
- [14] 陈天全, 魏益民, 潘家荣. 食品中铅对人体危害的风险评估[J]. 中国食物与营养, 2007(2): 15—18.
- [15] 徐为霞, 郭智广, 王毅红, 等. 蔬菜中二氧化硫残留结果的调查与风险评估[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(15): 6892—6893.
- [16] 王明月, 赵亚南, 杨春亮, 等. 桂圆肉中二氧化硫残留的风险评估[J]. 热带作物学报, 2014, 35(2): 396—399.
- [17] 吴燕明, 吕高明, 周航, 等. 湘南某矿区蔬菜中 Pb、Cd 污染状况及健康风险评估[J]. 生态学报, 2014, 34(8): 2146—2154.
- [18] SUNYER J, BALLESTER F, TERTRE A L, et al. The association of daily sulfur dioxide air pollution levels with hospital admissions for cardiovascular diseases in Europe (the Aphea—II study) [J]. European heart journal, 2003, 24(8): 752—760.
- [19] 尹浩, 朱军莉, 励建荣. 食品中二氧化硫的来源与检测方法[J]. 食品科技, 2009, 34(11): 292—296.
- [20] LESTER M R. Sulfite sensitivity: Significance in human health[J]. Journal of the American college of nutrition, 1995, 14(3): 229—232.

(上接第 163 页)

- [4] 胡园园, 陈一资. 胺类药物磺胺二甲嘧啶对人和动物的危害机理及其残留的检测方法[C]/中国畜牧兽医学会兽医食品卫生学分会第五次会员代表大会暨第九次学术交流会议论文集. 北京: 中国畜牧兽医学会, 2006.
- [5] 张闻娟. 鸡肉中磺胺类药物残留风险评估[D]. 武汉: 华中农业大学, 2013.
- [6] 廖理克, 屈裕华, 吴孔兴. 几种兽药残留对人体的危害[J]. 广东畜牧兽医科技, 2004, 29(2): 50—51.
- [7] 王瑞深. 肉品中残留磺胺类药的危害及其监控[J]. 兽医导刊, 2010(2): 50—51.
- [8] 赵超英. 食品中农药和兽药残留对人体的危害[J]. 中国全科医学, 2006, 9(13): 1086—1087.
- [9] 张海玲. 分泌抗磺胺类药物单克隆抗体杂交瘤株的建立[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2009.
- [10] 赵书景, 贺绍君, 罗国琦, 等. 动物性食品中磺胺类药物残留检测方法的研究进展[J]. 中国畜牧兽医, 2009, 36(8): 60—63.
- [11] 关舒函. 黑龙江省猪肉中五种磺胺类药物残留的检测与风险评估[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2016.
- [12] 代婷婷, 林华萍, 段婕, 等. 毛细管区带电泳化学发光法测定食品中残留的磺胺类药物[J]. 分析化学, 2016, 44(5): 747—753.
- [13] 杨瑞芬, 施治国, 冯钰铸, 等. 磺胺类药物的毛细管高效液相色谱与电色谱研究[J]. 药学学报, 2003, 38(2): 129—132.
- [14] 谢玉璇, 谢天尧, 刘秋英, 等. 毛细管电泳—电导法分离检测磺胺嘧啶、磺胺甲噁啶和磺胺二甲嘧啶[J]. 分析测试学报, 2006, 25(3): 100—102.
- [15] 马丽娜, 陈大伟, 陆俊贤, 等. 鸡蛋中磺胺类药物残留检测方法研究[J]. 中国家禽, 2016, 38(10): 37—40.
- [16] 刘冬虹, 吴玉奎, 王斌, 等. 分散固相萃取—超高效液相色谱—串联质谱测定肉制品中 5 类药物残留[J]. 现代食品科技, 2016, 32(10): 290—296, 258.
- [17] BARHAM R, BLACK W D, CLAXTON J, et al. A rapid assay for detecting sulfonamides in tissues of slaughtered animals [J]. J Food Protection, 2001, 64(10): 1565—1573.
- [18] 邓樱花, 李林, 张洪权, 等. 高效液相色谱—荧光检测法测定鸡肉中 5 种磺胺类药物残留[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2014, 48(1): 53—57, 65.
- [19] 郝晓丽, 谷学新, 叶能胜, 等. 毛细管电泳法检测肉类中 5 种磺胺类药物残留研究[J]. 药物分析杂志, 2009, 29(4): 579—581.
- [20] 乔坤云, 王成, 刘圣红, 等. 猪肉中 10 种磺胺类药物残留的高效液相色谱检测[J]. 现代科学仪器, 2013(3): 101—103.

## 科技论文写作规范——工作单位

在圆括号内书写作者的工作单位(用全称)、城市名及邮政编码。若为外国的工作单位,则加国名。多个作者不同工作单位时,在名字的右上角分别加注“1”“2”,和地址前注“1.”“2.”。