

西北地区四种蜜源蜂蜜的农药残留风险暴露评估

谭阳, 孙小凤, 韩燕, 耿贵工, 崔明明, 肖明

(青海大学农林科学院, 农业部农产品质量安全风险评估实验室(西宁), 青海西宁 810016)

摘要: 采集近两年西北地区油菜蜜、葵花蜜、洋槐蜜和枸杞蜜样品, 对其中的五种农药(啉虫脒、吡虫啉、噻虫嗪、多菌灵和克螨特)进行残留检测。针对儿童、孕龄女性及老人三类敏感人群, 用风险商值进行蜂蜜膳食暴露风险评估。结果表明, 五种农药残留的检出率在 5.22%~29.57%之间, 参照欧盟限定的农药残留最大限量标准, 13.91%的啉虫脒含量超标, 吡虫啉超标率为 7.83%。不同蜜源蜂蜜的农药残留检出率从 25%~100%, 枸杞蜜农药检出率最高。对不同蜜源植物蜂蜜的农药残留含量进行方差分析, 发现多菌灵、啉虫脒和吡虫啉残留水平都存在显著差异, 这可能跟蜜粉源植物中农药的污染程度密切相关。三类人群的风险商值均低于 1%, 说明残留风险较低, 可以接受。在不同人群中, 10 岁以下儿童的膳食暴露风险最高。

关键词: 蜂蜜; 蜜源植物; 农药残留; 风险评估

文章编号: 1673-9078(2018)11-275-280

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2018.11.040

Risk Assessment of Pesticide Residues to Four Nectar Honey in Northwest China

TAN Yang, SUN Xiao-feng, HAN Yan, GENG Gui-gong, CUI Ming-ming, XIAO Ming

(Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Qinghai University; Laboratory of Quality & Safety Risk Assessment for Agro-products, Ministry of Agriculture (Xi Ning), Xining 810016, China)

Abstract: Samples of rape honey, sunflower honey, acacia honey and medlar honey were collected in the past two years. Residues of the five pesticides (acetamiprid, imidacloprid, thiamethoxam, carbendazim, and propargite) were detected. The risk assessment of dietary honey exposure to children, gestational age Female and old man was conducted using the risk quotient RQ%. The results showed that the detection rate of the five pesticides was between 5.22% and 29.57%. With reference to the European Union's limit of pesticide residue, 13.91% of acetamiprid content was exceeded, and the over-standard rate of imidacloprid was 7.83%. The detection rate of pesticide residues in different sources of honey ranged from 25% to 100%, and the detection rate of medlar honey was the highest. ANOVA analysis of pesticide residues in honey from different honey plants revealed significant differences in the residual levels of carbendazim, acetamiprid and imidacloprid, which may be closely related to the degree of pesticide contamination in the pollen source plants. The risk quotients (RQ%) of the three groups were all less than 1%, indicating that the residual risk is low and acceptable. In different populations, children under 10 years of age have the highest dietary exposure risk.

Key words: honey; honey plants; pesticide residues; risk assessment

蜂蜜是由蜜蜂采集植物花蜜或昆虫分泌物, 与其自身分泌物结合经酿造、存放、脱水, 存储于巢脾中的天然甜性物质, 它不仅丰富了人类食谱, 也发挥了其固有的保健作用, 早已列入我国《药食同源食品目录及新资源食品名单》目录中。我国是养蜂大国, 蜂蜜年产量已超过 40 万吨, 占世界蜂蜜总产量的 1/4 以

收稿日期: 2018-07-07

基金项目: 国家农产品质量安全风险评估重大专项 (GJFP201701001)

作者简介: 谭阳 (1991-), 女, 在读硕士, 研究方向: 农产品质量安全与风险评估

通讯作者: 孙小凤 (1964-), 女, 研究员, 研究方向: 农业资源与农产品质量安全

上^[1]。2017 年我国出口蜂蜜 129274 吨, 出口金额达到 27070 万美元^[2]。同时, 我国也是蜂产品消费大国, 它不仅可作为甜味剂, 也是轻工业和食品加工业良好的添加剂^[3]。

蜜蜂对农药非常敏感, 蜜源植物生产中常用的农药都不可避免会造成蜂蜜及其副产品的污染物残留问题, 威胁食用者的健康, 直接影响我国蜂产品的国际竞争力。Mulin 和王祥云^[4,5]分别对北美和中国的蜂花粉进行了农药残留检测, 其检出率都高达 99%。蜂蜜中的农药残留, 主要来源于环境污染和蜂药污染, 特别是杀虫剂与杀螨剂^[6]。有研究表明新烟碱类杀虫剂与 2006 年美国、欧洲爆发的蜂群落崩溃综合症密切

相关^[7]。已有学者^[8-10]分别对蜂蜜中主要杀虫剂、杀螨剂、杀菌剂进行了检测研究,结合2014年开展的蜂蜜中农药危害因子筛查,确定了五种主要危害因子,为啉虫脒、吡虫啉、噻虫嗪、多菌灵和克螨特。故连续两年对西北地区主要蜜源植物种植区蜂蜜产品开展风险评估工作。

新疆具有优越的光热水土条件,适宜栽培向日葵。油葵在新疆的常年种植面积达到200万~250万亩,占新疆油料作物种植面积的60%以上^[11];我国中西线洋槐蜜源区主要在陕西、甘肃、山西等区域;青海省气候条件特殊,是我国枸杞生物多样性最丰富的地区之一,枸杞资源丰富,油菜连片种植面积大,花繁多。与其他蜜源产地蜂蜜相比,青海蜂蜜营养价值较高^[12]。于西北地区优势蜜源植物种植区采集蜂蜜样品,检测其五种农药的残留含量水平,分析蜂蜜中农药残留水平与蜜粉源植物中农药污染程度的相关性。选用简单点评估模型,对儿童、孕龄女性、老人三类特定人群进行膳食暴露风险评估。为引导消费提供理论依据,并为蜂蜜产业的健康可持续发展提供借鉴与参考。

1 材料和方法

1.1 样品采集

于2016、2017年,在青海甘蓝型油菜、小油菜种植区采集油菜蜜共51份,在青海海西柴达木盆地采集枸杞蜜共18份,在陕西、甘肃洋槐生长区采集洋槐蜜共32份,2016年在新疆油葵连片种植区采集葵花蜜14份。共计采集新鲜蜂蜜样品115份,每份样品1000g,置于棕色样品瓶中密封低温保存,备用。

1.2 样品前处理

蜂蜜样品前处理在QuERChERS农药残留快速检测方法^[13]基础上稍作更改。对于结晶样品,40℃水浴,待全部融化后搅拌均匀,冷却至室温,对于无结晶的样品,直接搅拌均匀。准确称取5.0g蜂蜜样品置于具塞离心管中,加5mL水和10mL乙腈,旋涡混匀,加入4g无水硫酸钠和1g氯化钠,剧烈震荡1min,以6000r/min离心3min,取上清液净化后过0.22μm滤膜,待测。

1.3 仪器测定条件

液相色谱条件:LC-MS/MS-8050(Shimadzu),色谱柱:Shim-pack XR-ODS III(1.6μm)75mm×2.0mm柱;流动相:A为甲醇,B为1mmol/L乙酸铵水溶液。梯度洗脱条件:0.5~3min,15%A~60%A;3~13min,

60%A~65%A;13~13.5min,65%A~95%A;13.5~17min,95%A~95%A;17~17.1min,95%A~15%A;17.1~22min,15%A。流速为0.4mL/min;进样量:1μL;柱温:40℃。质谱条件:正负离子同时扫描,MRM模式;雾化气流量3L/min,干燥气流量10L/min,加热气流量10L/min;接口温度250℃;脱溶剂管温度250℃;加热模块温度400℃。离子监测条件参照李凌云^[14]一文。

1.4 数据处理与分析

使用SPSS 20.0软件完成方差分析,Excel完成计算与图形绘制。

1.5 膳食暴露风险评估

估算不同对象人群的蜂蜜日均摄入量(EDI, estimated daily intake),按式(1)计算:

$$EDI = \frac{C \times P}{bw} \quad (1)$$

注:C-蜂蜜中污染物残留值,单位为mg/kg/d;P-蜂蜜的日均消费量,单位为kg/d;bw-体重,单位为kg。

膳食暴露风险商,以上式所得每日摄入量(EDI)与每日允许摄入量(ADI)的商值表示按式(2)计算:

$$RQ = \frac{EDI}{ADI} \times 100 \quad (2)$$

注:RQ-风险商,%;ADI-每日允许摄入量^[15],单位为mg/kg bw。计算各农药的膳食暴露风险商,评估风险大小^[16]。RQ越小风险越小,当RQ≤100%时,表示风险可以接受;反之,当RQ>100%时,表示有不可接受的风险。

2 结果与讨论

2.1 蜂蜜中的农药残留水平

2.1.1 蜂蜜中农药残留的总体情况

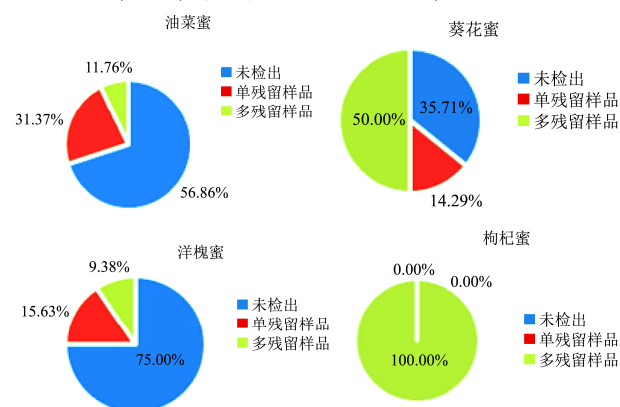


图1 四种蜂蜜的农药残留检出情况

Fig.1 Detection of pesticide residues in four honeys

检测的 115 份蜂蜜样品中, 49.57% 检出了农药残留, 其中农药多残留样品占样品总数的 29.57%。同一样品中, 检出一种农药残留的比例最高, 为 20%, 同一样品中最多检出 4 种农残, 其样品比例最低, 仅为 3.48%, 且都出现在枸杞蜜样品中, 应引起重视。油菜蜜、葵花蜜、洋槐蜜、枸杞蜜的农药残留检出率分别为 43.14%、64.29%、25%、100%, 农药多残留样品比例分别为 11.76%、50%、9.38%、100% (图 1)。蜂蜜样品中农药残留检出情况如表 1 所示, 多菌灵、克螨特、吡虫啉、啉虫脒和噻虫嗪的检出率分别为

22.61%、16.52%、21.74%、29.57%、5.22%, 目前, 我国《食品中农药残留最大限量》^[15] 尚未对蜂蜜作出相关规定, 因此参照欧盟标准对样品农药残留是否超标进行判别^[17], 欧盟标准规定蜂蜜中吡虫啉, 啉虫脒, 噻虫嗪, 多菌灵, 克螨特的最高残留限量标准均为 0.05 mg/kg、0.05 mg/kg、0.05 mg/kg、1.0 mg/kg、0.05 mg/kg。115 个蜂蜜样品中, 有 13 个枸杞蜜和 3 个葵花蜜样品农药残留超标, 合格率为 86.09%。啉虫脒残留超标率为 13.91%, 吡虫啉残留超标率为 7.83%, 多菌灵、克螨特、噻虫嗪的残留量均未超标。

表 1 两年蜂蜜样品的农药残留检出情况

Table 1 Detection of pesticide residues in honey for two years

农药	2016 年				2017 年			
	检出率 /%	残留范围 /(mg/kg)	平均值 /(mg/kg)	变异系数 /%	检出率 /%	残留范围 /(mg/kg)	平均值 /(mg/kg)	变异系数 数/%
多菌灵	13.9100	0.0008~0.0074	0.0034±0.0018	0.5345	8.7000	0.0006~0.0576	0.0100±0.0181	1.8132
克螨特	7.8300	0.0003~0.0151	0.0051±0.0059	1.1609	8.7000	0.0006~0.0349	0.0056±0.0104	1.8543
吡虫啉	10.4300	0.0114~0.1089	0.0640±0.0330	0.5152	11.3000	0.0009~0.0506	0.0155±0.0165	1.0623
啉虫脒	16.5200	0.0006~0.1559	0.0597±0.0566	0.9479	13.0400	0.0066~0.1576	0.0591±0.0445	0.7530
噻虫嗪	0.8700	0.0074	0.0074	0.000	4.3500	0.0007~0.0038	0.0015±0.0013	0.8596

2.1.2 不同蜜源蜂蜜的农药残留差异

从表 2 可以看出, 不同蜜源蜂蜜间, 多菌灵残留水平存在显著差异, 葵花蜜中多菌灵残留水平显著高于其他蜜源蜂蜜。这可能是由于向日葵多发黑茎病、菌核病、黄萎病等疾病^[18,19], 种植人员多用 50% 多菌灵拌种, 并于花期喷洒, 以防治病害。不同蜜源蜂蜜间, 啉虫脒和吡虫啉残留水平都存在极显著差异, 其

中枸杞蜜的残留水平显著高于其他蜜源蜂蜜。由于枸杞病虫害中以蚜虫危害最甚, 吡虫啉是目前防治抗性枸杞蚜虫的理想药剂^[20]。另外, 啉虫脒在枸杞病虫害的化学防治中使用较普遍, 因此在枸杞中残留情况较为常见。这说明蜂产品中农药残留的水平跟蜜粉源植物中农药的污染程度密切相关。表 3 列出了四种蜜源植物花期的主要病虫害及常用的化学防治农药。

表 2 不同蜂蜜的农药残留水平

Table 2 Pesticide residue levels of different honey

种类	多菌灵/(mg/kg)	克螨特/(mg/kg)	吡虫啉/(mg/kg)	啉虫脒/(mg/kg)	噻虫嗪/(mg/kg)
油菜蜜	0.0032±0.0022 ^{ba}	0.0063±0.1060 ^{aa}	0.0039±0.0035 ^{bb}	0.0068±0.0027 ^{bb}	0.0022±0.0029 ^{aa}
葵花蜜	0.0278±0.0279 ^{aa}	0.0024±0.0017 ^{aa}	0.0034±0.0021 ^{bb}	0.0534±0.049 ^{aa}	0.0000
洋槐蜜	0.0035±0.0023 ^{ba}	0.0067±0.0063 ^{aa}	0.0084 ^{ba}	0.0006 ^{ba}	0.0000
枸杞蜜	0.0034±0.0036 ^{ba}	0.0000	0.0294±0.0145 ^{aa}	0.0750±0.0354 ^{aa}	0.0038 ^{aa}

注: 不同小写字母表示不同样品之间存在显著性差异($p < 0.05$), 不同大写字母表示不同样品之间存在极显著性差异($p < 0.01$)。

2.2 蜂蜜中农药的膳食暴露风险评估

我国已将风险评估列为一项最基本的法律制度, 于 2006 年颁布了《中华人民共和国农产品质量安全法》^[21]。暴露评估, 是风险评估的重要组成部分, 主要有点评估、简单分布和概率评估 3 种评估模型^[22]。点评估一般采用食品高消费量和污染物高残留量进行计算, 保护了大部分人群。一般情况下, 农药的急性暴露估计采用点评估模型^[23]。对于有阈值的化学性污

染物, 计算 EDI 和 ADI 比值进行暴露评估^[24]。与大宗食品相比, 蜂产品风险评估具有其特殊性, 它的作用对象多为敏感人群^[25], 因此针对特定人群的消费数据意义较大, 对暴露评估结果起到举足轻重的作用。本研究采用点评估模型对蜂蜜中的 5 种农药进行风险评估。计算中污染残留值 (C) 分别取均值 (Mean) 与 97.5 百分位点值^[26], 均值反应中央趋势暴露数据, 97.5th 反应高端趋势暴露数据。参照冯强^[27]的数据调查结果对儿童孕龄女性老人设定暴露因子参数见表 4。

表3 四种蜜源植物花期的主要病虫害及常用农药

Table 3 Main diseases and pests and common pesticides during flowering of four honey plants

蜜源植物	花期主要病虫害	常用农药
枸杞	红瘿蚊	啉虫脒
	蚜虫	吡虫啉, 抗蚜威, 阿维菌素
	根腐病	多菌灵, 多抗霉素
	白粉病	农抗, 粉锈宁
油菜	蚜虫	啉虫脒, 吡虫啉
	潜叶蝇	毒死蜱, 灭蝇胺, 敌百虫
	菌核病	多菌灵, 腐霉利, 咪鲜胺
	霜霉病	烯酰吗啉, 百菌清, 乙蒜素
槐花	蚜虫	敌百虫, 吡虫啉
	小皱蛾	硫磷, 乐果
	烂皮病, 焦叶病	多菌灵
葵花	白锈病, 霜霉病	甲霜灵, 烯酰吗啉
	黑茎病	多菌灵, 甲基硫菌灵
	菌核病	多菌灵, 菌核净, 腐霉利
	花叶病毒病	噻虫嗪, 吡虫啉, 液灭蚜

蜂蜜农药膳食暴露风险商用公式(2)算得。从表5可见, 三类人群的平均值与97.5百分位点值均小于

表5 不同对象的农药残留膳食暴露风险评估

Table 5 Dietary Exposure Risk Assessment of Pesticide Residues for Different Subjects

农药	毒性	ADI/(mg/kg bw)	平均残留量/(mg/kg)	97.5位点值/(mg/kg)	人群	膳食摄入风险商 RQ/%	
						平均值	97.5 th
吡虫啉	低毒	0.06	0.0383	0.1066	儿童	0.0364	0.1000
					孕龄女性	0.0314	0.0862
					老人	0.0215	0.0590
啉虫脒	低毒	0.07	0.0594	0.1562	儿童	0.0477	0.1256
					孕龄女性	0.0412	0.1083
					老人	0.0282	0.0741
噻虫嗪	低毒	0.08	0.0025	0.007	儿童	0.0018	0.0049
					孕龄女性	0.0015	0.0042
					老人	0.0010	0.0029
多菌灵	低毒	0.03	0.0060	0.0363	儿童	0.0113	0.0681
					孕龄女性	0.0097	0.0587
					老人	0.0066	0.0402
克螨特	低毒	0.01	0.0054	0.026	儿童	0.0304	0.1463
					孕龄女性	0.0262	0.1262
					老人	0.0179	0.0864

3 结论

在检测的115个蜂蜜样品中, 49.57%的样品检出农药残留。虽有个别蜂蜜样品的农药残留含量超过欧盟的最高限量标准, 但其膳食暴露风险评估结果均为

1%, 远低于100%的判定标准。这说明蜂蜜中的农药残留风险较低, 可以接受。其中, 只有啉虫脒和克螨特对儿童和孕龄女性的风险商略大于0.1%。五种农药中, 噻虫嗪的摄入风险最小, 均小于0.005%。在不同人群中, 10岁以下儿童的膳食暴露风险最高。与不同学者在重金属^[28]、黄曲霉毒素^[29]和农药残留^[30]方面的评估结果一致: 儿童的膳食暴露量偏高, 需加以重视。点评估过程中常存在一些影响结果的不确定因素, 本研究也同样存在。如未考虑除蜂蜜以外的其他膳食来源农药, 导致得出通过蜂蜜摄入农药的风险很低的结论; 其次, 蜂蜜一般稀释饮用, 食用农药浓度比直接监测蜂蜜中浓度要低; 再次, 调查数据中蜂蜜的日均摄入量, 与实际使用量存在一定差异。这也是导致本研究中农药残留超标样品, 风险评估结论却为风险远低于判定标准的部分原因。

表4 不同对象暴露因子参数

Table 4 Exposure factor parameters for different objects

人群	年龄段/岁	体重/kg	蜂蜜日均摄入量/(g/d)
儿童	≤10	33.5	18.85
孕龄女性	20~40	51.5	25.00
老人	≥60	55.55	18.45

低风险, 消费者可放心食用。不同蜜源蜂蜜间, 农药残留水平存在一定差异, 这可能跟蜜源植物中农药的污染程度有关; 本文采用点评估模型, 对儿童, 孕龄女性, 老人三类敏感人群进行膳食暴露风险评估。结果表明三类人群的膳食暴露风险商均低于1%, 远

低于 100%的判定标准,说明农药残留风险较低,可以接受。在不同人群中,10岁以下儿童的膳食暴露风险最高。欧盟、日本及美国等国家均制定了蜂蜜农残最大残留限量(MRL),且不断调整完善,使得我过蜂蜜产品出口难度加大,我国农业相关部门应尽快制定蜂蜜等特色农产品农药残留最大限量标准,保证对我国蜂产品的有效监控,引导良性发展。从风险控制角度来讲,今后应控制农药的使用频率,科学合理使用生物农药和低残留化学农药,更好地保持生态平衡,同时确保蜂农及相关企业的利益,促进我国蜂产业的健康可持续发展。

参考文献

- [1] 中国蜂产品协会,中国蜂蜜产业的现状与发展[R].2013
China Bee Products Association, Present Situation and Development of Chinese Honey Industry [R]. 2013
- [2] 胡元强.2017年蜂产品市场回顾与2018年预测[J].蜜蜂杂志,2018,5:44-46
HU Yuan-qiang. Review of bee products market 2017 and forecast 2018 [J]. Journal of Bee, 2018, 5: 44-46
- [3] 高芸.北京蜂蜜产品价格调查报告[J].中国蜂业,2012,10:46-47
GAO Yun. Beijing honey product price survey report [J]. Apiculture of China, 2012, 10: 46-47
- [4] Mulin C A, Frazier M, Frazier J L, et al. High Levels of miticides and agrochemicals in north American apiaries: Implications for honey bee health [J]. PloS One, 2010, 5(3): 9754
- [5] 王祥云,刘芯成,章虎.商品蜂花粉中农药及多氯联苯残留检测[J].浙江农业科学,2014,2:249-251,255
WANG Xiang-yun, LIU Xin-cheng, ZHANG Hu. Detection of pesticides and polychlorinated biphenyls in commercial bee pollen [J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences, 2014, 2: 249-251, 255
- [6] 何旭,田自珍.蜂蜜中农药与抗生素残留对人体的安全性评估研究[J].中国蜂业,2009,60(5):34-35
HE Xu, TIAN Zi-zhen. Safety evaluation of pesticide and antibiotic residue in honey on human body [J]. Apiculture of China, 2009, 60(5): 34-35
- [7] 李庆凤,袁建忠.新烟碱类杀虫剂是否影响欧洲蜜蜂健康[J].世界农药,2014,36(1):27-30
LI Qin-feng, YUAN Jian-zhong. Does neonicotinoid insecticide affect European honeybee health [J]. World Pesticides, 2014, 36(1): 27-30
- [8] 苍涛,王彦华,吴长兴.新烟碱类杀虫剂对蜜蜂的急性毒性及风险评价[J].生态毒理学报,2017,4(12):285-292
CANG Tao, WANG Yan-hua, WU Chang-xing. Acute toxicity and risk assessment of neonicotinoid insecticides on bees [J]. Asian Journal of Ecotoxicology, 2017, 4(12): 285-292
- [9] 曾银欢,周靓静,吴慧珍,等.分散液液微萃取/液相色谱串联质谱法快速测定蜂蜜中10种杀螨剂[J].分析试验室,2015,34(2):216-221
ZENG Yin-huan, ZHOU Liang-jing, WU Hui-zhen, et al. Rapid determination of 10 acaricides in honey by dispersive liquid-liquid microextraction/liquid chromatography tandem mass spectrometry [J]. Chinese Journal of Analysis Laboratory, 2015, 34(2): 216-221
- [10] 柳茵,张晓燕,吕辰.全自动固相萃取-高效液相色谱-串联质谱法测定蜂蜜中3种农药残留[J].食品安全质量检测学报,2016,7(11):4490-4495
LIU Han, ZHANG Xiao-yan, Lyu Chen. Determination of three pesticide residues in honey by automatic solid phase extraction-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2016, 7(11), 4490-4495
- [11] 韩亮,张勇,肖伟,等.新疆地区油葵适宜栽培密度分析[J].农业科技通讯,2013,11:97-99
HAN Liang, ZHANG Yong, XIAO Wei, et al. Analysis of suitable cultivation density of oil sunflower in Xinjiang [J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2013, 11: 97-99
- [12] 陈瑞杰,张敬群,邢延安,等.青海蜂蜜品质特性分析[J].中国蜂业,2014,65:40-41
CHENG Rui-jie, ZHANG Jing-qun, XING Yan-an, et al. Analysis of quality characteristics of Qinghai honey [J]. Apiculture of China, 2014, 65: 40-41
- [13] Anastassiades M, Lehotay S J, Stajnbaher D, Schenck F J.J. AOAC Int. [J]. 2003, 86(2): 412-431
- [14] 李凌云,许晓敏,林桓等.超高效液相色谱-串联质谱法快速检测蔬菜中248种农药残留[J].色谱,2016,34(9):835-849
LI Ling-yun, XU Xiao-min, LIN Huan, et al. Rapid detection of 248 pesticide residues in vegetables by ultra high performance liquid chromatogram [J]. Chinese Journal of Chromatography. 2016, 34(9), 835-849
- [15] GB2763-2016,食品安全国家标准食品中农药最大残留限量[S]
GB2763-2016, National Food Safety Standards Maximum Residue Limits for Pesticides in Foods [S]
- [16] 钱永忠,李耘.农产品质量安全风险评估-原理,方法和应用

- [M].北京:中国标准出版社,2007
- QIAN Yong-zhong, LI Yun. Agricultural product quality and safety risk assessment-Principles, methods and applications [M]. Beijing: China Standard Press, 2007
- [17] The European Food Safety Authority Regulation(EC) No 396 /2005 of the European Parliament and of the council of 23 February 2005 on maximum residue levels of pesticides in or on food and feed of plant and animal origin and amending Council Directive 91/414/ EEC [S] European Union, Official Journal of the European Union
- [18] 李新辉.阿勒泰地区向日葵主要病害防治技术[J].农村科技,2011,7:25-26
- LI Xin-hui. Main disease control techniques of sunflower in altay region [J]. Rural Science & Technology, 2011, 7: 25-26
- [19] 陈卫民,段永辉,李俊兴,等.新疆伊犁河谷向日葵病害发生种类与综合防治技术[J].作物杂志,2010,5(1):89-92
- CHENG Wei-min, DUAN Yong-hui, LI Jun-xing, et al. Occurrence types and integrated control techniques of sunflower diseases in Yili Valley, Xinjiang [J]. Crops, 2010, 5(1): 89-92
- [20] 洪波,代红军,钱永德,等.吡虫啉,烟碱对枸杞蚜虫的毒力测定及防治试验[J].宁夏农学院学报,2002,22(1):13-16
- HONG Bo, DAI Hong-jun, QIAN Yong-de, et al. Toxicity determination and control test of imidacloprid and nicotine against aphids [J]. Journal of Ningxia Agricultural College, 2002, 22(1): 13-16
- [21] 《中华人民共和国农产品质量安全法》第6条[Z]
- People's Republic of China Agricultural Product Quality Safety Law. The sixth [Z]
- [22] 平华,马智宏,王纪华,等.农产品质量安全风险评估研究进展[J].食品安全质量检测学报,2014,5(3):674-680
- PING Hua, MA Zhi-hong, WANG Ji-hua, et al. Research progress on quality and safety risk assessment of agricultural products [J]. Journal of Food Safety and Quality, 2014, 5(3): 674-680
- [23] 刘新迎,秦浩然,袁玉伟,等.山东省蜂蜜中铅含量调查与风险评估[J].浙江农业学报,2017,29(9):1570-1574
- LIU Xin-ying, QIN Hao-ran, YUAN Yu-wei, et al. Investigation and risk assessment of lead content in honey of Shandong province [J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 2017, 29(9): 1570-1574
- [24] Chun O K, Kang H G. Estimation of risks of pesticide exposure, by food intake, to Koreans [J]. Food Chem Toxicol, 2003, 41: 1063-1076
- [25] FREDES C, MONTENEGRO G. Heavy metals and other trace elements contents in Chilean honey [J]. Cien Inves Agraria, 2006, 33(1): 50-58
- [26] 吴黎明,李耘,余林生.蜂产品中有害物暴露评估方法[J].食品科学,2011,11(32):324-328
- WU Li-ming, LI Yun, YU Lin-sheng. Methods for assessment of pest exposure in bee products [J]. Food Science, 2011, 11(32): 324-328
- [27] 冯强.浙江省蜂蜜中主要抗生素及重金属残留的风险评估及检测方法的研究[D].浙江工业大学,2013
- FENG Qiang. Study on risk assessment and detection methods of main antibiotics and heavy metal residues in honey of Zhejiang province [D]. Zhejiang University of Technology, 2013
- [28] 李筱薇,刘卿,刘丽萍,等.应用中国总膳食研究评估中国人膳食铅暴露分布状况[J].卫生研究,2012,41(3):379-384
- LI Xiao-wei, LIU Qing, LIU Li-ping, et al. Application of China's total dietary study to evaluate the distribution of dietary lead exposure in Chinese [J]. Journal of Hygiene Research, 2012, 41(3): 379-384
- [29] 白艺珍,丁小霞,李培武,等.应用暴露限值法评估中国花生黄曲霉毒素风险[J].中国油料作物学报,2013,35(2):211-216
- BAI Yi-zhen, DING Xiao-xia, LI Pei-wu, et al. Application of exposure limit method to assess the risk of chinese aflatoxin in peanut [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2013, 35(2): 211-216
- [30] 赵敏娴,王灿楠,李亭亭,等.江苏居民有机磷农药膳食累积暴露急性风险评估[J].卫生研究,2013,42(5):1000-8020
- ZHAO Min-xian, WANG Can-nan, LI Ting-ting, et al. Acute risk assessment of cumulative exposure to organophosphorus pesticides in Jiangsu residents [J]. Journal of Hygiene Research, 2013, 42(5): 1000-8020