

中国与主要贸易国水产品中农药残留限量标准 对比分析

袁娜^{1,2}, 杨臻², 乔璐², 宋金龙², 韩刚², 程波², 穆迎春^{2*}

(1. 渤海大学食品科学与工程学院, 锦州 121000;

2. 中国水产科学研究院, 农业农村部水产品质量安全控制重点实验室, 北京 100141)

摘要: 中国是水产品生产 and 消费大国, 近年来, 为有效控制水产养殖过程中的病虫害, 部分农药被作为除藻剂、杀虫剂等大量应用于养殖生产中, 导致水产品中农药残留超标事件频发。农药最大残留限量(maximum residue limit, MRL)标准是国际水产品贸易的主要技术性手段和市场准入门槛, 也是各国构建贸易壁垒的主要措施。为进一步完善中国水产品农药残留限量标准体系, 增强中国水产品农药使用的规范性, 提高中国水产品质量安全水平和国际竞争力。本文比较了中国、美国、日本、欧盟(European Union, EU)和国际食品法典委员会(Codex Alimentarius Commission, CAC)等国家、地区及国际组织中水产品农药 MRL 标准, 分析我国与主要水产贸易国、地区和组织在水产品农药 MRL 标准体系中的差异。针对中国水产品农药 MRL 标准中存在的问题, 提出加强水产品中农药残留限量研究, 进一步完善农药 MRL 标准、加强国际间水产品农药 MRL 交流等建议。

关键词: 农药; 水产品; 最大残留限量; 对比分析

Comparative analysis of pesticide residue limit standards in aquatic products between China and major trading countries

YUAN Na^{1,2}, YANG Zhen², QIAO Lu², SONG Jin-Long², HAN Gang², CHENG Bo², MU Ying-Chun^{2*}

[1. College of Food Science and Engineering, Bohai University, Jinzhou 121000, China; 2. Key Laboratory of Control of Quality and Safety for Aquatic Products (Ministry of Agriculture and Rural Affairs), Chinese Academy of Fishery Sciences, Beijing 100141, China]

ABSTRACT: China is a major producer and consumer of aquatic products. In order to effectively control pests and diseases in aquaculture, some pesticides have been widely used as algicides and insecticides in aquaculture production, resulted in frequent occurrence of excess pesticide residues in aquatic products. The maximum residue limit (MRL) standards of pesticides are the main technical means and market access threshold for international aquatic product trade, and also are the main measures for various countries to build trade barriers. The objectives of

基金项目: 中国水产科学研究院基本科研业务费专项资金项目(2021A002)、现代农业产业技术体系专项项目(CARS-48)、国家农产品质量安全风险评估专项项目(GJFP2020006)

Fund: Supported by the Central Public-interest Scientific Institution Basal Research Fund (2021A002), China Agriculture Research System-48 (CARS-48), and the Program of Agricultural Product Quality Safety Risk Assessment (GJFP2020006)

***通信作者:** 穆迎春, 副研究员, 主要研究方向为水产品质量安全。E-mail: muyc@cafs.ac.cn

***Corresponding author:** MU Ying-Chun, Associate Professor, Key Laboratory of Control of Quality and Safety for Aquatic Products (Ministry of Agriculture and Rural Affairs), Chinese Academy of Fishery Sciences, 150 Qingta West Road, Fengtai District, Beijing 100141, China. E-mail: muyc@cafs.ac.cn

this study were to further improve the standard system for residue limits of pesticides in aquatic products in China, enhance the standard ability of pesticide usage in aquatic products in China, and improve the quality and safety of China's aquatic products and corresponding international competitiveness. This paper performed the comparison for MRL standards of pesticides in aquatic products in China, the United States, Japan, European Union (EU) and Codex Alimentarius Commission (CAC). And then analyzed the differences on MRL standard system of pesticides in aquatic products between our country and major trading countries. In view of the problems existing in China's MRL standards for aquatic products, this article put forward some suggestions, such as strengthening the research on pesticide residue limits in aquatic products, further improving pesticide MRL standards, and strengthening the international exchange of pesticide MRL in aquatic products.

KEY WORDS: pesticide; aquatic products; maximum residue limit; comparative analysis

0 引言

中国是水产品生产 and 消费大国, 产量从 1989 年起连续 28 年稳居世界首位^[1]。2019 年中国水产品总产量 6840 万吨, 占世界总产量近 40%^[2], 水产养殖产量 5079 万吨, 占世界养殖产量 60% 以上。2018 年水产品进出口贸易总额 393.6 亿美元^[3], 其中出口金额 233 亿美元, 共输往 144 个国家和地区, 主要为日本、欧盟、美国等^[4]。水产品出口有助于提升我国水产业的整体质量水平、增加就业、解决三农问题, 并对乡村振兴具有重要意义。

农药在现代农业病虫害防治中担任着重要的角色, 但在施用过程中仅有少部分作用于农作物, 大部分留存在了周围环境中^[5], 最终通过径流、淋溶、挥发等途径进入养殖水体^[6]。近年来, 为有效控制水产养殖过程中的病虫害, 部分农药以除藻剂、杀虫剂等被大量应用于养殖生产中, 导致水产品中农药残留超标事件频发^[7-8]。目前, 日本、欧盟等发达国家和地区在水产领域已建立了较为完善的技术法规体系、苛刻的技术标准和严密的监管体系, 经常以保护人类健康为由, 针对水产品的质量安全设置技术贸易壁垒, 对技术性贸易措施的要求指标越来越严格和复杂。如日本实施“肯定列表制度”后, 将水产品的检测项目拓展到 800 余项, 其中烤鳗的农药最大残留限量标准由 43 项增加到 115 项, 且多数为农药。另据中国 WTO/TBT—SPS 通报咨询网 2020 年上半年通报统计, 国际贸易中农兽药残留的相关通报共 151 件, 占通报总量的 20.91%, 与 2018 年相比同比增长 4.14%^[9]。

农药最大残留限量标准(maximum residue limit, MRL)规定中国水产品中农药的允许检出值^[10], 不仅是水产品质量安全监管的法律依据^[11], 也是维护国际贸易的重要手段^[12]。因此本文比较了中国、美国、日本、欧盟(European Union, EU)和国际食品法典委员会(Codex Alimentarius Commission, CAC)等国家、地区及国际组织中

水产品农药最大残留限量标准, 全面掌握和分析水产品农药 MRL 标准在不同的国际组织、贸易国家或地区的差异性, 有利于进一步完善中国水产品中的农药 MRL 标准体系, 科学指导水产品安全生产, 提高水产品质量安全水平, 提升国际竞争力。

1 中国水产品农药 MRL 标准现状

中国水产品中农药 MRL 标准包括国家标准 and 行业标准^[13], 由中国农业科学院植物保护研究所、中国农业大学等科研院所和高校等近 100 家优势技术单位共同协商制定^[14], 收录于 GB 2763—2019《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》中^[15]。该标准共制定了 483 种农药在 356 种(类)食品中的 7107 项 MRL 以及 44 种豁免农药和 46 种禁用农药, 是目前中国统一执行的农药 MRL 强制性国家标准^[16-18], 其中涉及水产品残留(再残留限量)的农药有六六六和滴滴涕 2 种。为完善水产品中农药 MRL, 中国还发布了 GB 2733—2015《食品安全国家标准 鲜、冻动物性水产品》和 GB 31650—2019《食品安全国家标准 食品中兽药最大残留限量》以及 NY/T 840—2012《绿色食品·虾》、NY/T 841—2012《绿色食品·蟹》、NY/T 842—2012《绿色食品·鱼》、NY/T 1050—2018《绿色食品·龟鳖类》和 NY/T 2976—2016《绿色食品 冷藏、速冻调制水产品》等。中国共制定水产品中 5 种(类)农药(六六六、滴滴涕、溴氰菊酯、敌百虫、氯氰菊酯/ α -氯氰菊酯)的 12 项 MRL 见表 1。其中六六六和滴滴涕于 GB 2763—2019 中作为农药限定其 MRL; 溴氰菊酯和氯氰菊酯/ α -氯氰菊酯于 GB 31650—2019 中以兽药规定其 MRL。

2 中国与主要贸易国水产品农药 MRL 标准对比分析

目前中国同主要贸易国、地区和组织根据自身的情况制定了相应的农药 MRL 标准^[19-20], 但由于不同国家、地区和国际组织登记使用的农药品种和膳食结构不同,

农药 MRL 标准所覆盖的农药种类、水产品品种以及残留限量均存在一定差异^[21-23]。农药 MRL 标准作为影响水产品国际贸易的主要技术性措施和市场准入门槛,在水产养殖和管理中具有重要地位^[24-25]。中国与主要水产品贸易国、地区和国际组织间水产品农药 MRL 标准数量对比见表 2。由表 2 可看出,日本制定的水产品农药 MRL 总数最多,涉及的农药范围最广,其次为美国,欧盟、CAC 和中国相对较少。

中国与主要水产品贸易国、地区和国际组织间水产品农药 MRL 限量值对比见表 3 和表 4。由表 3、4 可以看出,中国、CAC、欧盟、美国和日本水产品农药 MRL 标准的数量、限量值及种类中均存在差异,中国共制定了 5 种农药的 5 项 MRL,与 CAC、欧盟、美国和日本相比,中国

MRL 标准所覆盖的水产品范围较大。

2.1 中国同国际食品法典委员会水产品农药 MRL 标准对比分析

CAC 作为开放、公平、透明的平台,是仲裁国际食品安全贸易的标准之一,也是各国修订农药 MRL 标准的重要参考依据^[26-27]。CAC 水产品农药 MRL 标准是由 FAO/WHO 农药残留联席会议(joint meeting on pesticide residues, JMPR)和 CAC 下属的国际食品法典农药残留委员会(codex committee on pesticide residues, CCPR)共同协商制定^[28-29]。CAC 的农药 MRL 标准评估周期为 10~15 年,在周期内及时对农药 MRL 标准进行修订或撤销^[30-31],能够充分保证标准的时效性和科学性。CAC 共制定 223 种农药 5493 项 MRL 标准,可分为除草剂、杀虫剂、杀菌剂和杀螨剂 4 大类别。

表 1 中国现行水产品中农药残留限量标准一览表
Table 1 Standards for pesticide residue limits in Chinese aquatic products

序号	农药名称	产品名称	最大残留限量/(mg/kg)	标准
1	六六六	水产品	0.1	GB 2763—2019《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》
2	滴滴涕	水产品	0.5	GB 2763—2019《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》
3	溴氰菊酯	鲜虾、活虾、冻虾及加工品	不得检出(<0.0025)	NY/T 840—2012《绿色食品·虾》
4	溴氰菊酯	蟹	不得检出(<0.0025)	NY/T 841—2012《绿色食品·蟹》
5	溴氰菊酯	淡水鱼类	不得检出(<0.0025)	NY/T 842—2012《绿色食品·鱼》
6	溴氰菊酯	鱼/(皮+肉)	0.03	GB 31650—2019《食品安全国家标准 食品中兽药最大残留限量》
7	溴氰菊酯	冷藏、速冻调制水产品(绿色食品)/裹面调制水产品、腌制调制水产品、菜肴调制水产品、烧烤(烟熏)调制水产品(不适用于海洋捕捞水产品为主原料的调制水产品)	不得检出(<0.0025)	NY/T 2976—2016《绿色食品 冷藏、速冻调制水产品》
8	敌百虫	鲜虾、活虾、冻虾及加工品	不得检出(<0.04)	NY/T 840—2012《绿色食品·虾》
9	敌百虫	淡水鱼类	不得检出(<0.04)	NY/T 842—2012《绿色食品·鱼》
10	敌百虫	龟鳖类	不得检出(<0.002)	NY/T 1050—2018《绿色食品·龟鳖类》
11	敌百虫	冷藏、速冻调制水产品(绿色食品)/裹面调制水产品、腌制调制水产品(不适用于海洋捕捞水产品为主原料的调制水产品)	不得检出(<0.04)	NY/T 2976—2016《绿色食品 冷藏、速冻调制水产品》
12	氯氰菊酯/ α -氯氰菊酯	鱼/(皮+肉)	0.05	GB 31650—2019《食品安全国家标准 食品中兽药最大残留限量》

表 2 中国同 CAC、欧盟、美国、日本水产品中农药残留标准总数对比表

Table 2 Comparison table of pesticide residue standards in aquatic products between China and CAC, the European Union, the United States and Japan

指标	中国	CAC	欧盟	美国	日本
水产品中农药 MRL 标准数量/项	5	9	7	56	264
水产品中的农药种类数量/种	5	4	7	33	131

表 3 中国同 CAC、欧盟、美国和日本水产品中农药残留限量对比表(不同国家、地区或国际组织针对同一指标作出不同的限量规定)
 Table 3 Comparison table of pesticide residue limit standards in aquatic products between China and CAC, the European Union, the United States and Japan (The same indicator is limited by different countries, organizations or regions)

序号	农药名称	用途	残留限量/($\mu\text{g}/\text{kg}$)				
			中国	CAC	欧盟	美国	日本
1	溴氰菊酯	杀虫剂	鱼/(皮+肉): 30	三文鱼肌肉: 30	有鳍鱼类(自然比例的肌肉和皮): 10	淡水有鳍鱼类、淡水有鳍鱼类(养殖)、海水有鳍鱼类(其他)、海水有鳍鱼类(金枪鱼): 10	/
2	氯氰菊酯	杀虫剂	鱼/(皮+肉): 50	/	鲑科(自然比例的肌肉和皮): 50	/	鲑形目: 30; 鲈形目、鳎目、甲壳类、贝类、其他鱼、其他水生动物: 10
3	滴滴涕(DDT)	杀虫剂	水产品: 500(再残留限量)	/	/	/	鲑形目、鲈形目、鳎目、其他鱼: 3000; 甲壳类、贝类、其他水生生物: 1000
4	氟苯脲	杀虫剂	/	三文鱼肌肉、鱼皮(自然比例的肌肉和皮): 400	鲑科(自然比例的肌肉和皮): 500	/	鲑形目: 400
5	虱螨脲	杀虫剂	/	三文鱼鱼片、鳟鱼鱼片: 1350	/	/	鲑形目: 1000
6	甲氨基阿维菌素苯甲酸盐	杀虫剂	/	三文鱼、鳟鱼肌肉和鱼片(自然比例的肌肉和皮): 100	/	/	鲑形目: 100; 鲈形目、鳎目、甲壳类、贝类、其他鱼、其他水生动物: 0.5
7	除虫脲	杀虫剂	/	/	鲑科(自然比例的肌肉和皮): 10	/	鲑形目: 1000
8	氯虫苯甲酰胺	杀虫剂	/	/	/	龙虾类: 8000 刺参: 4000	鱼: 50
9	噻嗪酮	杀虫剂	/	/	/	刺参: 300	鱼: 200
10	唑草酮	除草剂	/	/	/	鱼、贝类: 300; 刺参: 100	鲑形目、鲈形目、鳎目、贝类、其他鱼: 300
11	三氯吡氧乙酸	除草剂	/	/	/	鱼: 3000; 贝类: 3500	鲑形目、鲈形目、鳎目、其他鱼: 3000; 贝类: 4000
12	敌草隆	除草剂	/	/	/	淡水有鳍鱼类(养殖): 2000	其他鱼: 2000
13	二甲戊灵	除草剂	/	/	/	龙虾类: 50	鱼: 300
14	敌稗	除草剂	/	/	/	龙虾类: 50	鱼: 200
15	2,4-滴	除草剂	/	/	/	鱼: 100; 贝类: 1000	鲑形目、鲈形目、鳎目、甲壳类、贝类、其他鱼、其他水生动物: 1000
16	噻菌酯	杀菌剂	/	/	/	刺参: 2000	鱼: 80
17	咯菌腈	杀菌剂	/	/	/	刺参: 20000	鱼: 40

表 4 中国同 CAC、欧盟、美国和日本水产品中农药残留限量对比表(同一指标仅由一个国家、组织或地区作出限量规定)
Table 4 Comparison table of pesticide residue limit standards in aquatic products between China and CAC, the European Union, the United States and Japan (The same indicator is limited by only one country, organization or region)

序号	农药名称	用途	残留限量/($\mu\text{g}/\text{kg}$)				
			中国	CAC	欧盟	美国	日本
1	六六六(HCH)	杀虫剂	水产品: 100(再残留限量)	/	/	/	/
2	α -氯氰菊酯	杀虫剂	鱼/(皮+肉): 50	/	/	/	/
3	虱螨脲(RS-异构体)	杀虫剂	/	/	有鳍鱼类(自然比例的肌肉和皮): 1350	/	/
4	甲氨基阿维菌素	杀虫剂	/	/	有鳍鱼类(自然比例的肌肉和皮): 100	/	/
5	氟铃脲	杀虫剂	/	/	有鳍鱼类(自然比例带皮肌肉): 500	/	/
6	吡虫啉	杀虫剂	/	/	/	鱼、鱼贝类(软体动物): 50; 刺参: 300	/
7	吡丙醚	杀虫剂	/	/	/	刺参: 200	/
8	甲氧虫酰肼	杀虫剂	/	/	/	刺参: 600	/
9	乙基多杀菌素	杀虫剂	/	/	/	刺参: 300	/
10	甲氰菊酯	杀虫剂	/	/	/	刺参: 1500	/
11	多杀霉素	杀虫剂	/	/	/	鱼、鱼贝类(甲壳类)、鱼贝类(软体动物): 4000; 刺参: 300	/
12	敌百虫	杀虫剂	/	/	/	/	鲑形目、鲈形目、甲壳类、贝类、其他水生动物: 4; 鳎目、其他鱼: 10
13	氯丹	杀虫剂	/	/	/	/	鲑形目、鲈形目、鳎目、甲壳类、贝类、其他鱼、其他水生动物: 50
14	硫丹	杀虫剂	/	/	/	/	鲑形目、鲈形目、鳎目、甲壳类、贝类、其他鱼、其他水生动物: 4
15	林丹	杀虫剂	/	/	/	/	鲑形目、鲈形目、鳎目、甲壳类、贝类、其他鱼、其他水生动物: 1000
16	磷化氢	杀虫剂	/	/	/	/	鲑形目、鲈形目、鳎目、甲壳类、贝类、其他鱼、其他水生动物: 1000
17	苯线磷	杀虫剂	/	/	/	/	鲑形目、鲈形目、鳎目、甲壳类、贝类、其他鱼、其他水生动物: 5
18	杀螟硫磷	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 300
19	倍硫磷	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 80
20	杀扑磷	杀虫剂	/	/	/	/	鲑形目、鲈形目、鳎目、甲壳类、贝类、其他鱼、其他水生动物: 1
21	二嗪磷	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 30

表 4(续)

序号	农药名称	用途	残留限量/($\mu\text{g}/\text{kg}$)				
			中国	CAC	欧盟	美国	日本
22	异狄氏剂	杀虫剂	/	/	/	/	鲑形目、鲈形目、鳎鲷目、甲壳类、贝类、其他鱼、其他水生动物: 5
23	狄氏剂/艾氏剂	杀虫剂	/	/	/	/	贝类: 300; 其他鱼: 10; 其他水生动物: 100
24	溴氰菊酯和四溴菊酯	杀虫剂	/	/	/	/	鲑形目: 30
25	醚菊酯	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 800
26	氟虫脲	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 2000
27	丙硫克百威	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 20
28	克百威	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 50
29	丁硫克百威	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 40
30	仲丁威	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 1000
31	虫酰肼	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 300
32	氰氟虫腚	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 2000
33	三氟甲吡醚	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 300
34	乙虫腓	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 90
35	拟除虫菊酯	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 400
36	氟硅菊酯	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 400
37	四唑虫酰胺	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 50
38	噁唑磷	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 200
39	FLUPYRIMIN	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 20
40	FLUXAMETAMIDE	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 20
41	LEPIMECTIN	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 20
42	BENZPYRIMOXAN	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 300
43	螺甲螨酯	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 60
44	苯硫磷	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 300
45	环虫酰肼	杀虫剂	/	/	/	/	鱼: 60
46	丙炔氟草胺	除草剂	/	/	/	淡水鱼: 1500	/
47	草甘膦	除草剂	/	/	/	鱼: 250; 贝类: 3000; 刺参: 200	/
48	敌草快	除草剂	/	/	/	鱼: 2000; 贝类: 20000	/
49	苄嘧磺隆	除草剂	/	/	/	龙虾类: 50	/
50	咪唑乙烟酸	除草剂	/	/	/	龙虾类: 150	/
51	咪唑烟酸	除草剂	/	/	/	鱼:1000; 贝类 100	/
52	百草枯	除草剂	/	/	/	刺参: 50	/
53	双草醚	除草剂	/	/	/	淡水鱼: 10	/

表 4(续)

序号	农药名称	用途	残留限量/($\mu\text{g}/\text{kg}$)				
			中国	CAC	欧盟	美国	日本
54	五氟磺草胺	除草剂	/	/	/	鱼、鱼贝类(甲壳类): 10; 鱼贝类(软体动物): 20	/
55	苯唑草酮	除草剂	/	/	/	海水有鳍鱼类、淡水有鳍 鱼类、鱼贝类(甲壳类)、 鱼贝类(软体动物): 50	/
56	氟啶草酮	除草剂	/	/	/	龙虾类、鱼: 500	/
57	苯嘧磺草胺	除草剂	/	/	/	鱼(淡水有鳍鱼类)、鱼贝 类(甲壳类): 10	/
58	草藻灭	除草剂	/	/	/	鱼: 100	/
59	精喹禾灵	除草剂	/	/	/	鱼贝类(甲壳类): 40	/
60	喹禾灵和喹禾 糠酯	除草剂	/	/	/	/	鱼: 100
61	西玛津	除草剂	/	/	/	/	鲑形目、鲈形目、鳊鲃目、 其他鱼: 10000
62	磺酰磺隆	除草剂	/	/	/	/	鲑形目、鲈形目、鳊鲃目、 甲壳类、贝类、其他鱼、其 他水生动物: 5
63	禾草丹	除草剂	/	/	/	/	贝类: 9000; 除贝类: 300
64	禾草敌	除草剂	/	/	/	/	鱼: 500
65	敌草腈	除草剂	/	/	/	/	鱼: 500
66	咪唑乙烟酸铵 (咪唑啉酮类)	除草剂	/	/	/	/	甲壳类: 100
67	溴丁酰草胺	除草剂	/	/	/	/	鱼: 4000
68	乙氧苯草胺	除草剂	/	/	/	/	鱼: 20
69	氯甲酰草胺	除草剂	/	/	/	/	鱼: 300
70	三唑酰草胺	除草剂	/	/	/	/	鱼: 40
71	双氯氟菌胺	除草剂	/	/	/	/	鱼: 30
72	甲草胺	除草剂	/	/	/	/	鱼: 60
73	丙草胺	除草剂	/	/	/	/	鱼: 300
74	丁草胺	除草剂	/	/	/	/	鱼: 200
75	苯噻酰草胺	除草剂	/	/	/	/	鱼: 800
76	氟乐灵	除草剂	/	/	/	/	鱼: 20
77	丙炔噁草酮	除草剂	/	/	/	/	鱼: 20
78	噁草酮	除草剂	/	/	/	/	鱼: 600
79	噁嗪草酮	除草剂	/	/	/	/	鱼: 30
80	烯禾啶	除草剂	/	/	/	/	鱼: 200
81	丙噻嘧磺隆	除草剂	/	/	/	/	鱼: 20
82	四唑酰草胺	除草剂	/	/	/	/	鱼: 30
83	环戊噁草酮	除草剂	/	/	/	/	鱼: 80

表 4(续)

序号	农药名称	用途	残留限量/($\mu\text{g}/\text{kg}$)				
			中国	CAC	欧盟	美国	日本
84	茚草酮	除草剂	/	/	/	/	鱼: 40
85	苄草隆	除草剂	/	/	/	/	鱼: 400
86	杀草隆	除草剂	/	/	/	/	鱼: 400
87	吡草黄	除草剂	/	/	/	/	鱼: 70
88	抑草磷	除草剂	/	/	/	/	鱼: 30
89	苯酮唑	除草剂	/	/	/	/	鱼: 200
90	异戊乙净	除草剂	/	/	/	/	鱼: 200
91	氟硫草定	除草剂	/	/	/	/	鱼: 200
92	戊草丹	除草剂	/	/	/	/	鱼: 200
93	苄草丹	除草剂	/	/	/	/	鱼: 90
94	稗草丹	除草剂	/	/	/	/	鱼: 400
95	灭藻醌	除草剂	/	/	/	/	鱼: 20
96	FENOXASULFONE	除草剂	/	/	/	/	鱼: 40
97	氟唑菌酰胺	杀菌剂	/	/	/	淡水有鳍鱼类、鱼贝类(甲壳类): 10	/
98	六氯苯	杀菌剂	/	/	/	/	鲑形目、鲈形目、鳎目、甲壳类、贝类、其他鱼、其他水生动物: 100
99	乙氧喹啉	杀菌剂	/	/	/	/	鲑形目、鲈形目、鳎目、其他鱼: 1000; 甲壳类: 200
100	异丁子香酚	杀菌剂	/	/	/	/	鲑形目、鲈形目、鳎目、其他鱼: 100000
101	噻菌灵	杀菌剂	/	/	/	/	鲑形目、鲈形目、鳎目、甲壳类、贝类、其他鱼、其他水生动物: 20
102	稻瘟灵	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 3000
103	甲霜灵和精甲霜灵	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 100
104	二苯胺	杀菌剂	/	/	/	/	鲑形目、鲈形目、鳎目、贝类、其他鱼、其他水生动物: 4; 甲壳类: 10000
105	噻菌环胺	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 30
106	稻瘟酰胺	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 200
107	噻呋酰胺	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 1000
108	氟酰胺	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 2000
109	灭锈胺	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 2000
110	异稻瘟净	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 300
111	肟菌酯	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 30
112	醚菌酯	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 30

表 4(续)

序号	农药名称	用途	残留限量/($\mu\text{g}/\text{kg}$)				
			中国	CAC	欧盟	美国	日本
113	三环唑	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 60
114	氟菌唑	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 300
115	烯丙苯噻唑	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 70
116	噁唑菌酮	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 200
117	戊菌隆	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 800
118	嘧菌腈	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 500
119	肟醚菌胺	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 200
120	氟唑菌苯胺	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 200
121	苯氧菌胺	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 300
122	噻酰菌胺	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 30
123	环丙酰菌胺	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 600
124	呋吡菌胺	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 200
125	烯丙苯噻唑	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 90
126	METYL TETRA PROLE	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 50
127	TOLPROCARB	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 1000
128	INPYRFLUXAM	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 20
129	IPFLUFENOQUIN	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 40
130	硅氟唑	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 20
131	咯啉酮	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 200
132	吡菌苯威	杀菌剂	/	/	/	/	鱼: 40
133	联苯肼酯	杀螨剂	/	/	/	刺参: 1600	/
134	ACYNONAPYR	杀螨剂	/	/	/	/	鱼: 700
135	炔螨特	杀螨剂	/	/	/	/	鱼: 200
136	杀鼠灵	杀鼠剂	/	/	/	/	鲑形目、鲈形目、鳊鲃目、甲壳类、贝类、其他鱼、其他水生动物: 1
137	溴鼠灵	杀鼠剂	/	/	/	/	鲑形目、鲈形目、鳊鲃目、甲壳类、贝类、其他鱼、其他水生动物: 1
138	杀鼠酮	杀鼠剂	/	/	/	/	鲑形目、鲈形目、鳊鲃目、甲壳类、贝类、其他鱼、其他水生动物: 1
139	四聚乙醛	杀螺剂	/	/	/	/	鱼: 20
140	多效唑	植物生长调节剂	/	/	/	/	鱼: 40

中国共制定农药 MRL 标准 7107 项, CAC 共制定 5493 项, 中国严于 CAC 的 MRL 有 257 项, 相同的有 2402 项, 宽松的有 282 项, 限量值相同的数量超过 90%。在水产品农药 MRL 中, 中国制定溴氰菊酯、氯氰菊酯和 α -氯氰菊酯

等 3 种(类)农药的 3 项 MRL, 制定六六六和滴滴涕 2 种农药的再残留限量, CAC 对溴氰菊酯、氟苯脲、虱螨脲和甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 4 种农药制定了 9 项 MRL。由表 3、4 可看出, 中国未制定 MRL 而 CAC 制定的农药有 3 种, 中

国制定 MRL 而 CAC 未制定的农药有 4 种, 中国与 CAC 皆制定 MRL 的农药仅有溴氰菊酯 1 种, 限量值均为 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 但中国 MRL 标准涉及的水产品种类多于 CAC, 中国针对鱼/(皮+肉)制定了溴氰菊酯的 MRL, 而 CAC 针对三文鱼肌肉制定了 MRL。

2.2 中国同欧盟水产品农药 MRL 标准对比分析

欧盟农药为统一的内部管理^[32], 欧盟农药的登记、注册以及水产品中农药 MRL 标准的制定均由欧盟委员会下属的健康与消费者保护总司(health and consumer protection directorate general, DG SANCO)承担, 并由欧洲食品安全局(European food safety authority, EFSA)统一管理^[33-34]。欧盟水产品农药 MRL 标准收录于欧盟农药残留限量管理新法规—《关于植物源和动物源食品和饲料中的农药最大残留》法规(EC 396/2005)中^[35]。EC 396/2005 中共包含 491 种农药近 118000 项限量标准^[36]和 106 种豁免农药^[37], 规定除法规之外且不属于豁免物质的农药均执行 0.01 mg/kg 的限量标准^[38]。欧盟还颁布了(EC)149/2008、(EU)No 37/2010《食品中药物最大残留限量》和(EU)2018/555《2019—2021 年动植物源性食品中农药残留限量监控计划》以确保农药 MRL 标准的实施。据 2018 年欧盟食品和饲料类快速预警系统(rapid alert system for food and feed, RASFF)对中国输欧食品的通报信息, 通报农药残留 30 例, 位居第 2, 涉及农药 20 种, 中欧农药残留 MRL 标准的差异是导致中国食品屡被通报的主要原因^[39]。

欧盟制定农药 MRL 近 118000 项, 规定除法规之外且不属于豁免物质的农药实行 0.01 mg/kg 的限量标准, 中国 GB 2763—2019 中尚未制定农药统一限量标准。由表 2 可看出, 在水产品农药 MRL 标准中, 中国共制定 5 种农药的 5 项 MRL, 欧盟针对鲭鱼和鲑鱼中的氯氰菊酯、溴氰菊酯、氟苯脲、除虫脲等 7 种农药制定 7 项 MRL。结合表 3、4, 中国未制定 MRL 而欧盟已制定的农药有 5 种, 中国制定 MRL 而欧盟未制定的农药有 3 种, 中国与欧盟皆制定 MRL 的农药有 2 种, 分别为氯氰菊酯和溴氰菊酯。中国与欧盟对氯氰菊酯的 MRL 标准规定一致(50 $\mu\text{g}/\text{kg}$), 但中国制定了鱼/(皮+肉)中氯氰菊酯的 MRL, 欧盟制定了鲑科(自然比例的肌肉和皮)中的 MRL, 所包含的水产品种类少于中国。针对溴氰菊酯, 欧盟 MRL 值的制定严于中国, 但覆盖的水产范围小于中国: 中国制定鱼/(皮+肉)中的 MRL 为 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 欧盟制定有鲭鱼类(自然比例的肌肉和皮)中的 MRL 低至 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。

2.3 中国同美国水产品农药 MRL 标准对比分析

美国是农药使用大国, 尤其注重农药 MRL 标准的制定与修改^[40]。美国农药的登记注册、使用管理和水产品农药 MRL 标准的制定均依托于美国国家环境保护局(environmental protection agency, EPA), 并由食品药品监督

管理局(food and drug administration, FDA)和美国农业部(United States department of agriculture, USDA)负责发布和检测^[41]。美国水产品农药 MRL 标准汇总于美国联邦法规汇编(code of federal regulations, CFR)第 40 篇“环境保护”的“化学农药在食品中的残留容许量与残留容许量豁免”中^[42], 共包含 406 种农药 50000 余项 MRL 标准^[41], 制定 34 种农药在水产品中的 MRL。此外, 美国还制定“零残留量”的相关要求, 规定初级农产品在出货时不允许该化学农药有任何残留^[43]。

美国共制定农药 MRL 50000 余项, MRL 总数多于中国, 但农药种类少于中国。在水产品农药 MRL 标准中, 美国针对溴氰菊酯、二甲戊灵、甘草磷等 33 种农药制定 56 项限量规定, 所涉及水产品包括有鲭鱼类、鱼贝类、龙虾类和刺参等。分析表 3、表 4 可看出, 中国未制定 MRL 而美国制定的农药有 32 种, 中国制定 MRL 而美国未制定的农药有 4 种, 中国与美国皆制定 MRL 的农药仅有溴氰菊酯。针对溴氰菊酯的 MRL, 中国涉及的水产品范围大于美国, 规定溴氰菊酯在鱼/(皮+肉)中的 MRL 值为 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 美国规定淡水有鲭鱼类、养殖淡水有鲭鱼类、其他海水有鲭鱼类和海水金枪鱼中的 MRL 为 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 限量值比中国更为严格。

2.4 中国同日本水产品农药 MRL 标准对比分析

日本是世界上农药管理较为先进的国家之一^[44]。日本水产品农药 MRL 标准由厚生劳动省制定、农林水产省管理, 收纳于《肯定列表制度》中^[45]。《肯定列表制度》每 5 年修订 1 次, 共包括 131 种农药在水产品中的 MRL^[46], 此外日本还规定标准中未包含、无具体限量且非豁免的农药化学物质统一执行 0.01 mg/kg 的限量标准^[47]。

日本共制定农药 MRL 近 6 万条, 与中国相比, 日本在限量数量和农药种类 2 个方面均更为完善。在水产品农药 MRL 标准中, 日本共制定二甲戊灵、氯氰菊酯、唑草酮和滴滴涕等 131 种农药 264 项 MRL, 所涉及的水产品种类包括鲑形目、鲈形目、甲壳纲、其他鱼和其他水生动物等。综合表 3、4 可看出, 中国未制定 MRL 而日本制定的农药有 262 种, 中国制定 MRL 而日本未制定的农药有 3 种, 中日双方皆制定 MRL 的农药有 2 种, 分别为滴滴涕和氯氰菊酯。中国制定的滴滴涕标准较日本更为严格, 中国规定滴滴涕的再残留限量为 500 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 日本规定滴滴涕在鲑形目、鲈形目、鳗鲡目和其他鱼中的 MRL 为 3000 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 在甲壳类、贝类和其他水生动物中的 MRL 为 1000 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 与日本相比, 中国限定了滴滴涕在所有水产品中的 MRL, 日本仅限定鲑形目、鲈形目等几类水产品的 MRL, 且 MRL 数值为中国的 2~6 倍。针对氯氰菊酯, 中国制定鱼/(皮+肉)中的 MRL 为 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 日本规定氯氰菊酯在鲑形目中的 MRL 值为 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 鲈形目、鳗鲡目、甲壳类、贝类、其

他鱼和其他水生动物中的 MRL 低至 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 日本制定的 MRL 所涉及的水产品种类少于中国, 但分类更为精确, MRL 值也更为严格。

3 中国水产品农药 MRL 标准的措施与建议

3.1 加强农药在水产品中的基础研究

稻渔综合种养是国内近年来主推的生态养殖模式, 目前已逐步形成稻—蟹、稻—虾、稻—龟鳖、稻—鱼、稻—贝、稻—蛙及综合类等 7 大类 24 种典型模式^[48]。2020 年, 我国稻渔综合种养产业继续保持较快发展, 种养面积接近 3800 万亩, 稻谷产量达到 1900 万吨, 水产品产量超过 300 万吨^[49]。尽管稻渔综合种养一定程度上可以减少农药使用, 政府也出台了相应的种养技术规范, 但仍存在小范围病虫害发生, 农药的使用不可避免。因此急需开展典型农药在水产动物体内的毒理、代谢和残留等研究, 并结合已有的水产品农药相关残留数据, 对使用量较大和适用范围较广的农药进行风险评估, 摸清本底水平和污染状况, 确保水产品质量安全。

3.2 进一步完善水产品中农药 MRL 标准

目前, 发达国家和国际组织在水产领域已经建立了较为完善的农药 MRL 体系, 而我国水产品中农药残留限量设定指标较少, 与国外标准相比还存在较大差距。中国需要进一步加快水产品农药 MRL 标准体系建设, 并结合我国国情和实际发展水平, 制定合理的水产品农药 MRL 标准。同时, 要及时对农药残留标准进行跟踪和评估, 避免出现无标可循和标准老化等问题。

3.3 加强国际间水产品农药 MRL 的交流

近年来, 日、美、欧等主要贸易国家技术性贸易措施日益严格, 实施技术性贸易措施的国家 and 产品范围不断扩大, 技术性贸易措施形式更加多样和隐蔽, 给我国出口水产品设置了重重障碍。如日本明确规定进口水产品以进口国的检验为准, 出口国对出口商品的检验证明, 其不予承认, 这为日本提高检测标准提供了充分的自主权。在卫生检疫方面, 日本对食品的安全卫生指标十分敏感, 尤其对农药残留^[50]。农药残留作为重要的贸易措施壁垒, 给我国水产品出口带来较大压力。当前, 中国既要认真分析国际水产品农药 MRL 标准的特点, 又要结合中国水产品的实际生产现状和膳食需求, 加强国际间水产品农药 MRL 的交流, 促进水产品贸易健康持续发展。

参考文献

- [1] 刘永涛, 何雅静, 房金岑, 等. 动物源性水产品中兽药残留限量标准现状及对比分析[J]. 中国渔业质量与标准, 2019, 9(6): 1-17.
LIU YT, HE YJ, FANG JC, *et al.* Current situations and comparative analysis of veterinary medicine on maximum residue limits in animal-derived aquatic products between China and other countries [J]. *Chin Fish Qual Stand*, 2019, 9(6): 1-17.
- [2] 李学鹏. 水产品加工与检测分析研究动态[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(22): 8149-8150.
LI XP. Research trends on the processing and safety assessment of aquatic products [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(22): 8149-8150.
- [3] 冯启超, 毕延刚, 董天威. 简析 2019 年中国水产品进出口贸易情况[J]. 中国水产, 2020, (4): 38-41.
FENG QC, BI YG, DONG TW. A brief analysis of China's aquatic products import and export trade in 2019 [J]. *Chin Fish*, 2020, (4): 38-41.
- [4] 李燕, 刘晓畅, 庄帅, 等. 大宗淡水鱼质量安全风险分析[J]. 中国渔业质量与标准, 2020, 10(3): 1-12.
LI Y, LIU XC, ZHUANG S, *et al.* The risk analysis of quality and safety for freshwater fish [J]. *Chin Fish Qual Stand*, 2020, 10(3): 1-12.
- [5] 郑娇莉, 黄大野, 姚经武, 等. 茶园土壤农药残留及其迁移转化过程研究进展[J]. 湖北农业科学, 2019, 58(22): 5-8, 18.
ZHENG JL, HUANG DY, YAO JW, *et al.* Research progress on pesticide residues and their migration and transformation processes in tea gardens [J]. *Hubei Agric Sci*, 2019, 58(22): 5-8, 18.
- [6] 尹怡, 赵城, 余权, 等. 改良 QuEChERS 法与 LC-MS/MS 联用测定水产品中 13 种农药残留[J]. 中国食品学报, 2019, 19(11): 255-260.
YIN Y, ZHAO C, YU Q, *et al.* Determination of 13 pesticide residues in aquatic products by modified QuEChERS method coupled with LC-MS/MS quantification [J]. *J Chin Instit Food Sci Technol*, 2019, 19(11): 255-260.
- [7] 高尧华, 刘冰, 滕爽, 等. 气质联用法测定水产品中 50 种农药残留量[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(3): 132-138.
GAO RH, LIU B, TENG S, *et al.* Determination of 50 pesticide residues in aquatic products by GC-MS/MS spectrometry [J]. *Food Res Dev*, 2018, 39(3): 132-138.
- [8] LI Z. Evaluation of regulatory variation and theoretical health risk for pesticide maximum residue limits in food [J]. *J Environ Manage*, 2018, 219(1): 153-167.
- [9] 2020 年上半年 WTO/SPS 通报统计 [EB/OL]. [2020-08-10]. http://www.tbt-sps.gov.cn/page/cwto/listNewsContent.action?id=8166&DI_C_AREA=&ICSCODE=&DIC_INDUSTRY=.
WTO/SPS notification statistics in the first half of 2020 [EB/OL]. [2020-08-10]. http://www.tbt-sps.gov.cn/page/cwto/listNewsContent.action?id=8166&DI_C_AREA=&ICSCODE=&DIC_INDUSTRY=.
- [10] 杨森, 杨留勇. 茶叶中农药使用现状与降低农药残留的措施研究[J]. 安徽农学通报, 2018, 24(10): 66-68.
YANG S, YANG LY. Current situation of pesticide use in tea and measures for reducing pesticide residues [J]. *Anhui Agric Sci Bull*, 2018, 24(10): 66-68.
- [11] 于国光, 杨华, 戴芬, 等. 国内外家禽产品中农药残留限量标准比较[J]. 浙江农业科学, 2019, 60(2): 281-282, 286.
YU GG, YANG H, DAI F, *et al.* Comparison of pesticide residue limits in domestic and foreign waterfowl products [J]. *J Zhejiang Agric Sci*, 2019, 60(2): 281-282, 286.
- [12] 虞冰, 吴声敢, 赵学平, 等. 食品中农药最大残留限量标准(GB 2763—2016)特点分析[J]. 农产品质量与安全, 2017, (3): 74-77.
YU B, WU SG, ZHAO XP, *et al.* Main features of national food safety

- standard—Maximum residue limits for pesticides in food(GB 2763 – 2016) [J]. Qual Saf Agro-products, 2017, (3): 74–77.
- [13] 陈宇. 中国与主要国家农药残留限量标准对比分析[J]. 现代农业科技, 2017, (2): 94–97.
- CHEN Y. Comparative analysis of pesticides maximum residue limits in China and major countries [J]. Mod Agric Sci Technol, 2017, (2): 94–97.
- [14] 李富根, 朴秀英, 廖先骏, 等. 2019 版食品中农药最大残留限量标准解析[J]. 农药科学与管理, 2019, 40(9): 19–25.
- LI FG, PU XY, LIAO XJ, *et al.* Analysis on the national food safety standard on maximum residue limits for pesticides in food in 2019 [J]. Pest Sci Admin, 2019, 40(9): 19–25.
- [15] 胡月, 王志富. 解读新版食品中农药最大残留限量标准[J]. 现代食品, 2020, (7): 180-181, 194.
- HU Y, WANG ZF. Interpretation of the new edition standard-Maximum residue limits for pesticide in food [J]. Mod Food, 2020, (7): 180-181, 194.
- [16] 朱文嘉, 王联珠, 郭莹莹, 等. 国内外鱼类产品兽药残留限量标准对比分析[J]. 水产科技情报, 2013, 40(5): 225–231.
- ZHU WJ, WANG LZ, GUO YY, *et al.* Comparative analysis of veterinary drug residue limit standards for fish products at home and abroad [J]. Fish Sci Technol Inform, 2013, 40(5): 225–231.
- [17] 李富根, 朴秀英, 廖先骏, 等. 农药残留国家标准体系建设新进展[J]. 农药科学与管理, 2019, 40(4): 8–11.
- LI FG, PU XY, LIAO XJ, *et al.* Development on national food safety standard of pesticide residue [J]. Pesti Sci Admin, 2019, 40(4): 8–11.
- [18] 余晓琴. 《食品中农药最大残留限量》标准使用解读[N]. 中国市场监管报, 2020-1-23(008).
- YU XQ. Interpretation of *Maximum residue limits of pesticides in food Standard* [N]. China Market Regulation News, 2020-1-23(008).
- [19] 董书衡, 张心悦, 魏兰馨, 等. 国内外农药相关数据库建设现状分析[J]. 环境与职业医学, 2020, 37(12): 1211–1218.
- DONG SH, ZHAGN XY, WEI LX, *et al.* Status analysis on construction of domestic and foreign pesticide-related databases [J]. J Environ Occup Med, 2020, 37(12): 1211-1218.
- [20] 丁亦男, 童小麟, 赖国银, 等. 国内外茶叶农药残留限量标准与出口茶叶安全研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(23): 8140–8145.
- DING YN, TONG XL, LAI GY, *et al.* Study on the limit standard of pesticide residue of tea and the safety of exported tea at home and abroad [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(23): 8140–8145.
- [21] 郭伟锋, 江东坡. 国际食品法典农药残留限量标准的变迁及启示[J/OL]. 中国农业科技导报: 1-8 [2020-12-21]. <https://doi.org/10.13304/j.nykjdb>. 2019. 0664.
- GUO WF, JIANG DP. Changes and enlightenment of codex alimentarius pesticide residue limit standards [J/OL]. Journal of Adricultural Science and Technology: 1-8 [2020-12-21]. <https://doi.org/10.13304/j.nykjdb>. 2019. 0664.
- [22] 张蕊, 王正友, 王松雪. 我国粮食中农药残留限量标准现状[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(12): 3699–3707.
- ZHANG R, WANG ZY, WANG XS. Status of residue limits for pesticides in grain in China [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(12): 3699–3707.
- [23] 刘雯雯, 杨慧, 陈岩, 等. 国内外瓜类蔬菜农药残留限量标准对比分析[J]. 农产品质量与安全, 2019, (2): 71–76.
- LIU WW, YANG H, CHEN Y, *et al.* Comparative analysis of pesticide residue limit standards for melons and vegetables at home and abroad [J]. Qual Saf Agro-products, 2019, (2): 71–76.
- [24] CHO HR, PARK JS, KIM J, *et al.* Multiresidue method for the quantitation of 20 pesticides in aquatic products [J]. Anal Bioanal Chem, 2015, 407(30): 9043–9052.
- [25] 苏雪莲. 国内外食品中农药残留标准体系的对比分析[J]. 食品安全导刊, 2019, (30): 46.
- SU XL. Comparative analysis of pesticide residue standard systems in food at home and abroad [J]. Chin Food Saf Magaz, 2019, (30): 46.
- [26] Codex Alimentarius Commission: Meeting of the codex committee on pesticide residues [J]. Federal Register/FIND, 2020, 85(22): 20–23.
- [27] 孙钰洁, 王磊. 国家农药残留限量标准与绿色食品标准、CAC 标准的差异分析[J]. 现代农药, 2019, 18(1): 20–23.
- SUN YJ, WANG L. Analysis on difference of national pesticide residual limit standard, green food standard and CAC standard [J]. Mod Agrochem, 2019, 18(1): 20–23.
- [28] 李欢, 刘伯科, 康小斐, 等. 国内外水产品兽药残留限量标准比较分析[A]. 中国标准化协会、郑州市人民政府. 第十六届中国标准化论坛论文集[C]. 中国标准化协会、郑州市人民政府: 中国标准化协会, 2019: 5.
- LI H, LIU BK, KANG XF, *et al.* Comparative analysis of domestic and foreign aquatic product veterinary drug residue limits [A]. China Association for Standardization, Zhengzhou Municipal People's Government. Proceedings of the 16th China Standardization Forum [C]. China Association for Standardization, Zhengzhou Municipal People's Government: China Association for Standardization, 2019: 5.
- [29] YU JS, LEI W. Analysis on the difference of national pesticide residual limit standard, green food standard and CAC standard [J]. Mod Agrochem, 2019, 18(1): 20–23.
- [30] 张峰祖, 朴秀英, 李富根. 国际食品法典委员会动物源性食品中农药最大残留限量制定现状[J/OL]. 农药学报: 1-10 [2020-12-21]. <https://doi.org/10.16801/j.issn.1008-7303>. 2021. 0019.
- ZHANG FZ, PU XY, LI FG. Current status of the establishment of maximum residue limits for pesticides in foods of animal origin in the Codex Alimentarius Commission [J/OL]. Chinese Journal of Pesticide Science: 1-10 [2020-12-21]. <https://doi.org/10.16801/j.issn.1008-7303>. 2021. 0019.
- [31] CAC standard list official website [EB/OL]. [2017-3-5]. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/jp/>.
- [32] SOPINSKA J. Pesticide residue limits now harmonized [J]. Europol Environ, 2010, (793): 12.
- [33] 姚清仿, 江东坡. 欧盟农药最大残留限量标准的演变及其特征分析[J]. 世界农业, 2018, (12): 102–108.
- YAO QF, JIANG DP. The evolution and characteristic analysis of EU pesticide maximum residue limit standard [J]. World Agric, 2018, (12): 102–108.
- [34] 杨洋, 韩世鹤, 尹昱, 等. 2018 年欧盟食品中农药残留情况分析及其启示[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(23): 8983–8988.
- YANG Y, HAN SH, YIN Y, *et al.* Analysis of 2018 European Union on pesticide residues in food and the implications to China [J]. J Food Saf Qual, 2020, 11(23): 8983–8988.
- [35] EU pesticides EC 396/2005 [Z]. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32005R0396:EN:NOT>.
- [36] European Commission. EU Pesticides Database-Active Substances

- [EB/OL]. [2019-10-21]. https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance_selection&language=EN.
- [37] 黄成田, 郑尊涛, 王以燕, 等. 欧盟豁免最大残留限量标准的农药名单[J]. 农药科学与管理, 2019, 40(11): 22–26.
HUANG CT, ZHENG ZT, WANG YY, *et al.* List of pesticides exempted from EU maximum residue limits [J]. *Pest Sci Admin*, 2019, 40(11): 22–26.
- [38] 孟娣, 谭志军, 刘永涛, 等. 水产品中农药残留限量标准的对比分析[J]. 中国农学通报, 2015, 31(14): 56–63.
MENG D, TAN ZJ, LIU YT, *et al.* Comparative analysis of pesticide maximum residue limits in aquatic products [J]. *Chin Agric Sci Bull*, 2015, 31(14): 56–63.
- [39] 刘艳容, 高瑞峰, 杨佳玮, 等. 2018年欧盟RASFF通报中国输欧食品安全问题分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(24): 8562–8569.
LIU YR, GAO RF, YANG JW, *et al.* Analysis of notifications on China food safety by EU rapid alert system for food and feed (RASFF) in 2018 [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(24): 8562–8569.
- [40] 张存政, 龚勇, 张志勇, 等. 美国农药管理体系及与中国的比较分析[J]. 农产品质量与安全, 2011, (2): 56–59.
ZHANG CZ, GONG Y, ZHANG ZY, *et al.* Pesticide management system in the United States and its comparison with China [J]. *Qual Saf Agro-products*, 2011, (2): 56–59.
- [41] 阎世江, 张继宁, 刘洁. 美国如何对待农药残留问题[J]. 国际/世界农药, 2015, (15): 48–49, 73.
YAN SJ, ZHANG JN, LIU J. How the US treats pesticide residues [J]. *World Pest*, 2015, (15): 48–49, 73.
- [42] American code of federal regulations [EB/OL]. [2004-05-06]. <https://www.ecfr.gov/>.
- [43] 康小斐, 蒋雄武, 李欢, 等. 国内外农残限量标准与技术法规比对研究[A]. 中国标准化协会、郑州市人民政府. 第十六届中国标准化论坛论文集[C]. 中国标准化协会、郑州市人民政府: 中国标准化协会, 2019: 5.
KANG XF, JIANG XW, LI H, *et al.* Comparative Study on Pesticide Residue Limit Standard and Technical Regulations at Home and Abroad [A]. China Association for Standardization, Zhengzhou Municipal People's Government. Proceedings of the 16th China Standardization Forum [C]. China Association for Standardization, Zhengzhou Municipal People's Government: China Association for Standardization, 2019: 5.
- [44] 张宏军, 马凌, 吴进龙, 等. 日本农药登记及应用状况分析[J]. 农药科学与管理, 2017, 38(7): 7–16.
ZHANG HJ, MA L, WU JL, *et al.* Review on pesticide registration and application in Japan [J]. *Pestic Sci Admin*, 2017, 38(7): 7–16.
- [45] Japan <Positive List System> [EB/OL]. [2006-01-06]. <http://db.ffcr.or.jp/front/>.
- [46] 钟志. 日本食品安全监管现状[J]. 中国质量技术监督, 2019, (12): 76–77.
ZHONG Z. Current status of food safety regulation in Japan [J]. *Chin Qual Superv*, 2019, (12): 76–77.
- [47] 周普国, 赵永辉, 宋稳成. 日本农药管理技术最新进展[J]. 农药科学与管理, 2018, 39(9): 1–4.
ZHOU PG, ZHAO YH, SONG WC. Latest developments of pesticide management technology in Japan [J]. *Pestic Sci Admin*, 2018, 39(9): 1–4.
- [48] 叶香尘, 邹辉, 刘康, 等. 池塘和稻田养殖模式对金边鲤和建鲤肌肉品质的影响[J]. 水产学报, 2020, 44(8): 1296–1305.
YE XC, ZOU H, LIU KANG, *et al.* Effects of pond and paddy field culture models on muscle quality of Jinbian carp and Jian carp (*Cyprinus carpio*) [J]. *J Fish Chin*, 2020, 44(8): 1296–1305.
- [49] 农业农村部渔业渔政管理局. 坚持稳粮增收 推动稻鱼综合种养产业规范高质量发展 [EB/OL]. [2020-12-14]. http://www.yyj.moa.gov.cn/gzdt/202012/t20201214_6358053.htm.
Fisheries and Fisheries Administration, Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Adhere to keep stable grain yields and increase grain income, and promote the standardized and high-quality development for rice and fish integrated farming industry [EB/OL]. [2020-12-14]. http://www.yyj.moa.gov.cn/gzdt/202012/t20201214_6358053.htm.
- [50] 边红彪. 日本进口食品检验检疫制度综合分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2011, 2(5): 261–264.
BIAN HB. Comprehensive analysis of imported food inspection and quarantine system in Japan [J]. *J Food Saf Qual*, 2011, 2(5): 261–264.

(责任编辑: 于梦娇)

作者简介



袁娜, 硕士, 主要研究方向为水产品质量安全。

E-mail: yuanna6226@163.com



穆迎春, 副研究员, 主要研究方向为水产品质量安全。

E-mail: muyc@cafs.ac.cn