

曹爱兵,姚 瑶,陈长军. 江苏省绿色优质农产品基地在农药准入下的病害防控[J]. 江苏农业科学,2022,50(3):125-130.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.03.020

# 江苏省绿色优质农产品基地在农药准入下的病害防控

曹爱兵<sup>1</sup>,姚 瑶<sup>1</sup>,陈长军<sup>2</sup>

(1. 江苏省绿色食品办公室,江苏南京 210036; 2. 南京农业大学植物保护学院,江苏南京 210095)

**摘要:**江苏省绿色优质农产品基地建设围绕高质量和绿色发展要求,强化过程管理,提高农产品质量安全。以农业农村部颁布实施的 NY/T 393—2020《绿色食品 农药使用准则》为基础,针对江苏省绿色优质农产品基地的特点,起草《江苏省绿色优质农产品基地农药使用规范》。该规范不仅限定了基地用药的品种、农药列表的增补和退出程序,而且需要根据田间抗药性状况等要求,及时调整有害生物的防控药剂。根据已有的资料和最新的病原菌监测结果,综述了江苏省重要农作物主要病原菌对当家药剂的抗药性状况,为江苏省绿色优质农产品基地病害防控实现杀菌剂的减量、提质和增效提供参考。

**关键词:**江苏省;农产品基地;农药准入;病害绿色防控

**中图分类号:**S432 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)03-0125-05

江苏省绿色优质农产品基地是指产地环境符合绿色食品产地环境质量标准,生产过程按照基地建设要求实施,产品质量稳定受控的生产基地,实现农药减量使用,化肥受控施用,定位为绿色食品储备基地。目前,全省有基地 1 069 个,总面积为 2 011 593 hm<sup>2</sup>,约占全省食用农产品耕地面积的 52.89%;其中,蔬菜基地总面积约 41 333 hm<sup>2</sup>,占基地总面积的 2%,涉及蔬菜种类:西兰花、番茄、菠菜、大白菜、青椒、芦蒿、大蒜、紫菜薹、丝瓜、小玉米、黄瓜、生菜等;基地的粮食作物包括水稻、小麦和玉米等。

绿色优质农产品基地围绕高质量和绿色发展要求,以严控农药投入品、狠抓过程、提质量、保安全为目标,加快构建创新驱动、绿色安全、优质高效、管理规范是现代优质农产品产业体系,不断提高管理能力和水平,促进农业丰收和农产品质量安全。因此,基地起草了《江苏省绿色优质农产品基地农药使用规范》,该规范执行了 GB/T 1.1—2020

《标准化工作导则第 1 部分:标准化文件的结构和起草规则》给出的规则,同时参考了由农业农村部颁布实施的 NY/T 393—2020《绿色食品 农药使用准则》。它限定了基地农产品生产中的农药使用,是保证基地农产品质量的关键。该规范参考了 NY/T 393—2020《绿色食品 农药使用准则》的标准框架,包括规定有害生物防治原则,但是,使用化学农药列入应急防控措施;在基地允许使用的农药是经过农药专家评估和充分验证的低风险品种;规范农药使用过程,进一步减缓农药使用对健康和环境的影响;规定了与农药使用要求协调的残留要求,在确保绿色优质农产品更高安全要求的同时,也作为追溯生产过程是否存在农药违规使用的验证措施;根据近年国内外在农药开发、风险评估、标准法规、使用登记和生产实践等方面取得的新进展、新数据和新经验,更多地从农药对健康和环境影响的综合风险控制出发,并兼顾江苏省绿色优质农产品生产对农药品种的实际需求。

## 1 《江苏省绿色优质农产品基地农药使用规范》与《绿色食品 农药使用准则》的主要差异

### 1.1 适用范围不同

前者主要针对江苏省绿色优质农产品基地(下文简称“基地”),准入的农药更加贴合江苏省生产的实际情况,而后者针对全国范围绿色食品生产允许使用的农药清单。

收稿日期:2021-11-23

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX[19]3003];江苏省绿色食品办公室招标项目(编号:QC-2019100932H、QC-2021111268G)。

作者简介:曹爱兵(1976—),男,江苏泰州人,硕士,高级农艺师,主要从事绿色食品、有机农产品、绿色优质农产品基地工作。E-mail:107480724@qq.com。

通信作者:陈长军,博士,教授,博士生导师,主要从事病害防控和杀菌剂药理学研究。E-mail:changjun-chen@njau.edu.cn。

## 1.2 修改周期相对更短

前者修改周期 2~3 年;在 1 个修改周期内,根据登记的新农药、因有害生物抗药性导致农药在部分或整个地区防效下降或失败、农药毒理学新成果和防治新技术等,能够及时修正基地准入的农药列表;后者更新周期较长,一般 5 年左右。

## 1.3 目标不同

本规范仅针对江苏省绿色优质农产品基地上农产品生产过程中的农药准入进行监管;“绿色食品是在优良生态环境中按照绿色食品标准生产,实行全程质量控制并获得绿色食品标志使用权的安全、优质食用农产品及相关产品”,用于“规范绿色食品生产中的农药使用行为”(引自 NY/T 393—2020《绿色食品 农药使用准则》),适用于所有的绿色食品的生产过程。该规范还增加了:(1)针对江苏省绿色优质农产品基地有害生物抗药性的状况,如小麦赤霉病菌对多菌灵产生了严重的抗药性,因此,在江苏省绿色优质农产品基地的农药列表中将其剔除,而多菌灵仍在 NY/T 393—2020《绿色食品 农药使用准则》的农药列表中;(2)增加了最新的环境毒理学研究成果,如代森类杀菌剂代森锰锌因其代谢时,能够形成有毒物质乙撑硫脲,因此,在江苏省绿色优质农产品基地的农药列表中也将其剔除,但该类药剂代森锌和代森锰锌仍在 NY/T 393—2020《绿色食品 农药使用准则》的农药列表中;(3)增加了最新登记,同时综合性能优异的农药,如作用于菌体琥珀酸脱氢酶复合物的杀菌剂苯并烯氟菌唑和氟唑菌酰羟胺等;(4)参考了北美和欧洲等发达国家的农药登记状况,将 NY/T 393—2020《绿色食品 农药使用准则》允许使用、但上述发达国家已经禁止使用的农药品种进行了剔除,如克菌丹;(5)针对具体的作物,增加了药剂分类、栽培类型、施药方式、使用适期、亩用量、哺乳动物和生态毒性、作物安全性、抗药性风险、推荐情况等;(6)根据农药有效性、农药毒理学、欧美发达国家的农药登记状况以及江苏省重要有害生物的发生规律和危害特点等,对农药使用的优先程度分成推荐、可用、不可用 3 个级别;(7)规定了推荐农药列表的增减程序和修订周期。

总之,江苏省绿色优质农产品基地农药使用规范与 NY/T 393—2020《绿色食品 农药使用准则》的目标类似,但针对性和实用性更强。

## 2 江苏省绿色优质农产品基地选择农药品种推荐列表的形成、增补和退出程序

### 2.1 农药品种推荐的基本原则

2.1.1 安全性 根据农药对人畜、其他生物及环境的毒性资料,优先使用毒性更低、防效有保证的农药。

2.1.2 有效性 所使用的农药能够保证其对有害生物的防效,根据抗药性形成、发展和流行规律等毒理学特征,有计划推广使用农药品种,延缓农药的使用寿命。尤其是在抗药性形成之后,如何根据抗药性的动态进行农药品种的调整。

2.1.3 经济性 优先使用具有兼防兼治、不同作用机制药剂的增效组合、负交互抗性的复配剂,兼顾环境安全。

2.1.4 先进性 根据毒理学特征,在 1 个生长季节限制使用高抗药性风险的药剂频次,降低选择压力,推荐其与具有不同作用机制的农药进行复配使用;及时进行抗药性检测,了解田间抗药性动态,精准选药,减量增效。推荐使用低抗药性风险、兼顾防效和安全、与田间有害生物相匹配的药剂。

### 2.2 新增补农药

增补药剂的范围:(1)新登记的新药指具有新化学结构、全新毒理学的农业农村部农药检定所登记的农药品种;(2)扩作的药剂指已经获得登记、但是扩大防治谱或作物范围的农药;(3)因抗药性停用后有害生物敏感性恢复或提高的农药。

### 2.3 农药品种的退出

凡是对农业生产、人畜安全、农产品质量安全、生态环境等有严重危害或者较大风险的农药,建议启动退出农药品种列表程序。具有下列情况之一的农药品种,予以退出列表:(1)已经撤销登记的农药;(2)根据对非靶标生物、环境等负面的毒理学新成果,以前认为安全的,现在被认为对人畜、环境或生态存在一定毒性的农药;(3)因有害生物抗药性群体比例高并导致防效显著下降的药剂;(4)其他原因(如合成工艺、尾气等原因导致的)。

### 2.4 增补和退出程序

修订周期为 2~3 年/次。在一个评价周期内,职能部门组织相关专家组,依据农药毒理学最新研究成果(包括基地农药抗药性状况,最新的人畜、环境和生态的农药毒理学成果)及农业部药检所农药登记的具体情况,对绿色优质农产品基地农药品种

推荐列表的农药品种进行逐一评价,获得职能部门的批准,向基地通报增补或退出的原因。

### 2.5 应急防控的需要

完善应急用药措施,如草地贪夜蛾等应急防控需要。特殊需要,如稻田共养模式的选药原则和指导。

## 3 江苏省主要农作物病原菌抗药性状况

### 3.1 水稻主要病原菌对杀菌剂抗药性状况

(1)水稻恶苗病菌(*Gibberella fujikuroi*):对苯并咪唑类杀菌剂(MBCs)抗药性严重<sup>[1-3]</sup>;对麦角甾醇生物合成抑制剂(DMIs)咪唑胺低抗水平,抗药性亚群体广泛分布<sup>[4]</sup>;对氰基丙烯酸酯类杀菌剂氰烯菌酯在部分地区已经产生抗药性,并导致防效断崖式下降,防治失败,如2020年在南京的近郊溧水(结果待发表);在浙江和黑龙江田间已经存在抗药性亚群体<sup>[5]</sup>。(2)稻瘟病菌(*Magnaporthe grisea*):2018年在长江中下游部分地区的田间检测到稻瘟灵抗药性群体<sup>[6]</sup>,同时需要关注甲氧基丙烯酸酯类(QoIs)的嘧菌酯和吡唑醚菌酯的抗药性,因为该类药剂在美国已有抗药性的报道(2003)<sup>[7]</sup>。(3)稻曲病菌(*Ustilaginoidea virens*):2017年在淮安检测到其对DMI类杀菌剂丙环唑产生低水平抗药性菌株<sup>[8-9]</sup>,因此,需要密切关注该类药剂的其他品种的抗药性,如戊唑醇、丙环唑、己唑醇和苯醚甲环唑等。

### 3.2 麦田主要病原菌对杀菌剂抗药性状况

(1)小麦赤霉病菌(*Fusarium graminearum* & *F. asiaticum*):对苯并咪唑类杀菌剂多菌灵产生抗药性,抗药性亚群体普遍<sup>[10-12]</sup>;因河南省田间检测到禾谷镰孢菌(*F. graminearum*)对戊唑醇抗药性亚群体<sup>[13]</sup>,因此,须对DMIs杀菌剂三唑酮和戊唑醇抗药性进一步检测;对琥珀酸脱氢酶抑制剂(SDHIs)氟唑菌酰胺及其复配剂的抗药性监测需要密切关注,其对SDHIs存在高水平的潜在抗药性风险<sup>[14]</sup>。(2)小麦白粉病菌(*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*):在江苏省已经检测到对DMI类三唑酮的抗药性群体(待发表),在我国的其他省份已经检测到抗药性亚群体<sup>[15]</sup>,且在国外已有报道<sup>[16]</sup>;须对QoIs类醚菌酯、肟菌酯、吡唑醚菌酯等药剂的抗药性进一步监测。

### 3.3 葡萄主要病原菌对杀菌剂抗药性状况

(1)葡萄炭疽病菌(*Colletotrichum* spp.):自2016就已经在句容检测到对嘧菌酯<sup>[17]</sup>和苯醚加环唑<sup>[18]</sup>的抗药性群体,前者的防效呈断崖式下降;其

对多菌灵的抗药性严重,丧失其使用价值。(2)葡萄霜霉病菌(*Plasmopara viticola*):因其对苯酰胺类(如甲霜灵、苯酰菌胺)<sup>[19]</sup>、QoIs类(如嘧菌酯)<sup>[20-21]</sup>和羧酰胺类杀菌剂(CAAs,如烯酰吗啉和双炔酰胺)<sup>[22]</sup>的抗药性在国外均有报道,需要密切关注该类药剂的抗药性状况。(3)白粉病菌(*Uncinular necator*)对MBCs类(如多菌灵)<sup>[23-24]</sup>、DMIs类(如苯醚加环唑)<sup>[25]</sup>和QoIs类(如嘧菌酯)<sup>[26]</sup>已有报道,因此,在基地需要根据防效状况,定期对相关的药剂进行药敏性检测。(4)葡萄黑痘病菌(*Sphaceloma ampelinum*)对杀菌剂抗药性尚缺少系统的监测。

### 3.4 果蔬灰霉病菌(*Botrytis cinerea*)对杀菌剂抗药性状况

(1)在南京近郊和镇江白兔的设施草莓上已经检测到同时对MBCs类多菌灵、与多菌灵呈负交互抗性的N-苯基氨基甲酸酯类(如乙霉威)、QoIs类(如嘧菌酯)、二甲酰亚胺类(DFCs,如腐霉利)、苯胺基嘧啶类(Pas,如嘧霉胺)、苯吡咯类(PPs,如咯菌腈)、SDHIs类(如啉酰菌胺、氟吡菌酰胺)同时产生抗药性,而且多重抗药性群体占主导<sup>[27-28]</sup>。(2)抗药性严重度由大到小排列:草莓>番茄>黄瓜>茄子>葡萄<sup>[29-32]</sup>。因此,针对基地,必须了解其抗药性状况,再制定用药方案。

### 3.5 草莓主要病原菌对杀菌剂抗药性状况

(1)草莓炭疽病菌(*Colletotrichum* spp.):江苏省草莓炭疽病菌由多种致病菌组成,包括胶胞炭疽菌(*C. gloeosporioides*)、尖孢炭疽病菌(*C. acutatum*)、草莓炭疽病菌(*C. fragariae*)和暹罗炭疽病菌(*C. siamensis*),在南京近郊检测到胶胞炭疽病菌已经对QoIs类嘧菌酯和MBCs类多菌灵产生抗药性(数据待发表);(2)草莓白粉病菌(*Podosphaera aphanis*):江苏省草莓白粉病菌对DMIs和QoIs药剂的抗药性需要密切关注,部分地区反映其防效显著下降(数据待发表)。

### 3.6 十字花科蔬菜主要病原菌对杀菌剂抗药性状况

经监测,在江苏省菌核病菌(*Sclerotinia sclerotiorum*)对多菌灵、DFCs类(如腐霉利)已经产生抗药性,对SDHIs类啉酰菌胺也已经检测到抗药性菌株(待发表),但对QoIs类药剂仍然敏感。

### 3.7 西兰花主要病原菌对杀菌剂抗药性状况

2018年在响水县检测到西兰花黑斑病菌

(*Alternaria alternata*) 田间抗 DCFs 类(如腐霉利)菌株<sup>[33]</sup>。

3.8 辣椒主要病原菌对杀菌剂抗药性状况

辣椒炭疽病菌(*Colletotrichum* spp.) 抗药性状况:江苏省存在 2 种致病菌,尖孢炭疽病菌(*C. acutatum*)和胶孢炭疽病菌(*C. gloeosporioides*),前者对 DMI 类药剂仍然敏感,但后者对 DMI 类产生抗药性<sup>[34]</sup>;对 MBC 类药剂抗药性普遍,已经丧失使用价值。

3.9 大蒜主要病原菌对杀菌剂抗药性状况

(1)大蒜紫斑病菌:主要有 2 种致病菌互隔交链孢(*Alternaria alternata*)和细极交链孢(*A. tenuissima*);已经检测到它们均是 DCF 类腐霉利的抗药性群体(数据待发表)。(2)大蒜叶枯病菌(*Stemphylium eturmiunum*):在徐州和盐城大丰均检测到大蒜叶枯病菌对 DCF 类腐霉利的抗药性群体<sup>[35]</sup>。

4 江苏省绿色优质农产品基地病害绿色防控

近年来,江苏省针对主要农作物病原菌抗药性

状况、农药活性化合物生物学特征,结合绿色优质农产品基地建设情况等,制定一套易操作、行之有效的病害绿色防控措施,并结合田间的实际情况,进行不断的修正和完善,根据主要防治对象的防治适期,选择适当的施药方案。当前,绿色优质农产品基地已初步建立“绿色防控用药为推荐,绿色食品用药为准入,地方特色用药备案为补充”的用药机制,从科学性、实用性、经济性和前瞻性角度出发,历经需求调研、立项论证、专业编制、征求意见、磋商优化 5 个阶段,将主要病虫草害常用药抗性筛查,作为基地用药的前提,在基地农药使用规范的引导下,在全国率先颁布《江苏省绿色优质农产品稻麦基地适用农药指南》,该指南由江苏省绿色食品办公室牵头,江苏省植物保护植物检疫站、南京农业大学、江苏省农业科学院起草编写,稻田适用杀菌剂共 42 个品种,其中推荐使用的杀菌剂 19 个(表 1),可用的杀菌剂 23 个;麦田适用杀菌剂共 32 个品种,其中推荐使用的杀菌剂 15 个,可用的杀菌剂 17 个。产前规范的制定和农药使用清单的给出解决了绿色生产用药依据模糊的难题,有助于农药

表 1 江苏省绿色优质农产品基地稻田适用杀菌剂

序号	杀菌剂	分类	使用适期	防治对象	亩有效成分用量 (g 或 mL)	抗性 风险	安全间隔期 (d)/最大 施药次数	推荐 情况
1	咯菌腈	苯吡咯类	种子处理	恶苗病	2.7~3.9 g/100 kg 种子	低	无	推荐
2	噁唑酰胺	苯酰胺类	发病初期或发病前	纹枯病	4.80~5.28 mL	低	21/1	推荐
3	肟菌酯	甲氧基丙烯酸酯类	发病初期或发病前	纹枯病	7.50~11.25 mL,仅限微囊悬浮剂,其他剂型禁用	低	21/2	推荐
4	丙环唑	三唑类	发病初期或发病前	纹枯病	6~14 mL	低	30/2	推荐
5	苯醚甲环唑	三唑类	发病初期或发病前	纹枯病	6~8 mL	低	15/2	推荐
6	己唑醇	三唑类	发病初期或发病前	纹枯病	4~5 mL	低	45/2	推荐
7	氟环唑	三唑类	发病初期或发病前	纹枯病	6.0~7.5 mL	低	28/2	推荐
8	解淀粉芽孢杆菌	微生物类	发病初期或发病前	纹枯病	15~20 g 制剂/667 m <sup>2</sup>	低	无	推荐
9	井冈霉素 A	抗菌素类	发病初期或发病前	纹枯病	3.5~5.0 mL	低	14/2	推荐
10	春雷霉素	抗菌素	发病初期或发病前	稻瘟病	1.6~2.4 mL	低	21/2	推荐
11	稻瘟酰胺	苯氧酰胺类	发病前或发病初期	稻瘟病	10.6~14.0 mL	低	21/2	推荐
12	三环唑	三唑类	发病初期或发病前	苗瘟和叶瘟	15~20 mL	低	28/2	推荐
13	噁唑锌	噁二唑类	发病初期或发病前	细菌性条斑病	20.1~30.0 mL	低	21/2	推荐
14	戊唑醇	三唑类	发病初期或发病前	纹枯病;稻曲病	4.30~6.45 mL	低	35/2	推荐
15	解淀粉芽孢杆菌 LX-11	微生物类	发病初期或发病前	细菌性条斑病、 白叶枯病	500~650 g 制剂/667 m <sup>2</sup>	低	无	推荐
16	枯草芽孢杆菌	微生物类	发病初期或发病前; 苗床处理	稻瘟病 苗期立枯病	30~40 g 制剂/667 m <sup>2</sup> 2~4 g 制剂/m <sup>2</sup>	低	无	推荐
17	乙蒜素	抗菌素	浸种处理	烂秧病、恶苗病	80% 乳油 6 000~10 000 倍液	低	无	推荐
18	氯溴异氰尿酸	其他	发病初期	白叶枯病	20~30 mL	低	14/2	推荐
19	噁菌铜	噁唑类	发病初期或发病前	白叶枯病、细菌 性条斑病	25~32 mL	低	15/2	推荐

注:具体使用技术参照标签说明。

减量增效、农药抗药性的科学治理,实现江苏省农产品质量安全水平的全面提升<sup>[36]</sup>。后续将印发蔬菜、果茶等基地适用农药指南,实现从投入品管控到农产品质量安全的全程监管。

#### 参考文献:

- [1] Chen Z H, Gao T, Liang S P, et al. Molecular mechanism of resistance of *Fusarium fujikuroi* to benzimidazole fungicides [J]. FEMS Microbiology Letters, 2014, 357(1): 77–84.
- [2] Zhang Z, Chen Z H, Hou Y P, et al. PIRA – PCR for detection of *Fusarium fujikuroi* genotypes with carbendazim – resistance alleles [J]. Plant Disease, 2015, 99(9): 1241–1246.
- [3] 马晓伟, 邢春杰, 于金凤, 等. 水稻恶苗病菌 (*Fusarium fujikuroi*)  $\beta$ -微管蛋白基因克隆及与多菌灵抗药性关系[J]. 微生物学报, 2012, 52(5): 581–587.
- [4] 陈夕军, 卢国新, 童蕴慧, 等. 水稻恶苗病菌对三种浸种剂的抗性 & 抗药菌株的竞争力[J]. 植物保护学报, 2007, 34(4): 425–430.
- [5] Hou Y P, Qu X P, Mao X W, et al. Resistance mechanism of *Fusarium fujikuroi* to phenamacril in the field[J]. Pest Management Science, 2018, 74(3): 607–616.
- [6] 潘夏艳, 朱 凤, 齐中强, 等. 江苏省稻瘟病菌对稻瘟灵的抗药性监测及特性分析[J]. 植物病理学报, 2021, <https://doi.org/10.13926/j.cnki.apps.000751>.
- [7] Kim Y S, Dixon E W, Vincelli P, et al. Field resistance to strobilurin (QoI) fungicides in *Pyricularia grisea* caused by mutations in the mitochondrial cytochrome b gene[J]. Phytopathology, 2003, 93(7): 891–900.
- [8] Zhou Y X, Yu J J, Pan X Y, et al. Characterization of propiconazole field – resistant isolates of *Ustilaginoidea virens* [J]. Pestic Biochem Physiol, 2019, 153: 144–151.
- [9] Pan X Y, Cao H J, Yu J J, et al. Monitoring and analysis of rice pathogen *Ustilaginoidea virens* isolates with resistance to sterol demethylation inhibitors in China [J]. Phytopathology Research, 2020, 2: 24.
- [10] Chen C J, Yu J J, Bi C W, et al. Mutations in a  $\beta$ -tubulin confer resistance of *Gibberella zeae* to benzimidazole fungicides [J]. Phytopathology, 2009, 99(12): 1403–1411.
- [11] Chen C J, Wang J X, Luo Q Q, et al. Characterization and fitness of carbendazim – resistant strains of *Fusarium graminearum* (wheat scab) [J]. Pest Management Science, 2007, 63(12): 1201–1207.
- [12] Zhang H, Brankovics B, van der Lee T A J, et al. A single – nucleotide – polymorphism – based genotyping assay for simultaneous detection of different carbendazim – resistant genotypes in the *Fusarium graminearum* species complex [J]. Peer J, 2016, 4: e2609.
- [13] Chen J P, Wei J Q, Fu L Y, et al. Tebuconazole resistance of *Fusarium graminearum* field populations from wheat in Henan Province [J]. Journal of Phytopathology, 2021, 169(9): 525–532.
- [14] Chen W C, Wei L L, Zhao W C, et al. Resistance risk assessment for a novel succinate dehydrogenase inhibitor pydiflumetofen in *Fusarium asiaticum* [J]. Pest Management Science, 2021, 77(1): 538–547.
- [15] 史倩倩, 范洁茹, 周益林, 等. 2012 年部分麦区小麦白粉菌群体对三唑酮敏感性及其与毒性的关系 [J]. 植物病理学报, 2015, 45(2): 181–187.
- [16] Sierotzki H, Wullschlegel J, Gisi U. Point mutation in cytochrome b gene conferring resistance to strobilurin fungicides in *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* field isolates [J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2000, 68(2): 107–112.
- [17] Wei L L, Zheng H H, Zhang P C, et al. Molecular and biochemical characterization of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates resistant to azoxystrobin from grape in China [J]. Plant Pathology, 2021, 70(6): 1300–1309.
- [18] Wang J, Shi D Y, Wei L L, et al. Mutations at sterol 14 $\alpha$  – demethylases (CYP51A&B) confer the DMI resistance in *Colletotrichum gloeosporioides* from grape [J]. Pest Management Science, 2020, 76(12): 4093–4103.
- [19] Bosshard E, Schuepp H. Variability of selected strains of *Plasmopara viticola* with respect to their metalaxyl sensitivity under field conditions [J]. Zeitschrift fuer Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 1983, 90: 449–459.
- [20] Sierotzki H, Kraus N, Assemet P, et al. Evolution of resistance to QoI fungicides in *Plasmopara viticola* populations in Europe [M]// Modern Fungicides and Antifungal Compounds IV. Alton, UK: BCPC, 2005: 73–80.
- [21] Gullino M L, Gilardi G, Tinivella F, et al. Observations on the behaviour of different populations of *Plasmopara viticola* resistant to QoI fungicides in Italian vineyards [J]. Phytopathologia Mediterranea, 2004, 43(3): 341–350.
- [22] Blum M, Waldner M, Gisi U. A single point mutation in the novel *PvCesA3* gene confers resistance to the carboxylic acid amide fungicide mandipropamid in *Plasmopara viticola* [J]. Fungal Genetics and Biology, 2010, 47(6): 499–510.
- [23] Pearson R C. Occurrence of benomyl resistant strains of *Uncinula necator* on grapes in New York, USA [J]. Phytopathology, 1980, 70: 467.
- [24] Pearson R C, Taschenberg E F. Benomyl resistant strains of *Uncinula necator* on grapes [J]. Plant Disease, 1980, 64: 677–680.
- [25] Miller T C, Gubler W D. *Uncinula necator* retains high resistance levels to triadimefon in a survey of California populations despite product absence for fourteen years [J]. Phytopathology, 2003, 93: S113.
- [26] Wilcox W F, Burr J A, Riegel D G, et al. Practical resistance to QoI fungicides in New York populations of *Uncinula necator* associated with quantitative shifts in pathogen sensitivities [J]. Phytopathology, 2003, 93: S90.
- [27] 赵 虎, 王松群, 余新燕, 等. 南京、镇江地区草莓灰霉病菌对 6 种杀菌剂的抗药性及生物学性状分析 [J]. 基因组学与应用生物学, 2016, 35(7): 1828–1834.

· 四川省茶树及其他饮用茶种质资源的调查与分析[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(3): 130–136.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.03.021

# 四川省茶树及其他饮用茶种质资源的调查与分析

王小萍<sup>1</sup>, 张 厅<sup>1</sup>, 熊元元<sup>1</sup>, 张 娟<sup>1</sup>, 刘 晓<sup>1</sup>, 李明红<sup>2</sup>, 李春华<sup>1</sup>, 王 云<sup>1</sup>, 黄颖博<sup>1</sup>

(1. 四川省农业科学院茶叶研究所, 四川成都 610006; 2. 泸州市经济作物站, 四川泸州 646000)

**摘要:**2018 年四川省启动了“第三次全国农作物种质资源调查与收集行动”, 四川省农业科学院联合省内 162 个农业普查县和 48 个系统调查县农业农村局种子站开展农作物种质资源普查、调查和收集。对此次专项行动调查收集的 140 份茶树及其他饮用茶种质资源进行整理分析。结果表明, 140 份资源分属 5 个科 5 个属 6 个种, 其中野生资源 58 份, 占比 41.43%, 地方品种 82 份, 占比 58.57%; 资源集中分布在山区, 介于 99.228 5°~107.626 8°E 和 26.330 9°~32.500 3°N 之间, 垂直分布范围为 308~3 300 m, 其中 75.71% 的资源分布在海拔 600~1 200 m。还综合评价了部分特色茶树种质资源, 并对茶树及其他饮用茶资源的保存与利用进行讨论, 为今后茶树与饮用茶资源的挖掘和利用提供参考依据。

**关键词:**种质资源; 茶树; 饮用茶; 四川省

**中图分类号:**S571.102 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)03-0130-07

茶树[*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] 为山茶科(Theaceae)山茶属(*Genus Camellia*)茶组(section *Thea*)植物, 是世界三大饮料作物之一, 也是我国重

要的经济作物之一。根据中国茶叶流通协会统计数据, 截至 2019 年, 我国茶树种植面积达 306.5 万  $\text{hm}^2$ , 茶叶总产量约 279.34 万 t, 干毛茶产值 2 396.0 亿元, 其中茶园面积和产量均居世界首位<sup>[1]</sup>, 在当前脱贫攻坚和乡村振兴中, 茶产业发挥了重要的作用。

茶树种质资源是茶树育种、产业可持续发展的物质基础。茶树种质资源包括栽培良种、地方品种、野生资源以及新创制的育种材料等, 然而近年城镇化、工业化和良种化的快速发展, 导致大量作物地方品种迅速消失, 野生资源也因生存环境遭受

收稿日期: 2021-04-20

基金项目: 四川茶叶创新团队特色新品种选育及示范推广(编号: scextd-2020-10); 四川省“十四五”茶树育种攻关项目(编号: 2021YFYZ000025); 四川省农业科学院拔尖人才项目(编号: 2020BJRC020); 四川省泸州市重点研发项目(编号: 2020-NYF-15)。

作者简介: 王小萍(1981—), 女, 四川泸州人, 硕士, 副研究员, 主要从事茶树遗传育种研究。E-mail: wangxiaoping922@163.com。

通信作者: 王 云, 研究员, 主要从事茶树育种与加工研究。E-mail: scteawl@163.com。

[28] 张晓柯, 韩 絮, 马薇薇, 等. 江苏省草莓灰霉病菌对氟吡菌酰胺敏感性基线的建立及抗性风险评估[J]. 南京农业大学学报, 2015, 38(5): 810–815.

[29] Sang C W, Ren W C, Wang J J, et al. Detection and fitness comparison of target-based highly fludioxonil-resistant isolates of *Botrytis cinerea* from strawberry and cucumber in China[J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2018, 147: 110–118.

[30] Ren W C, Shao Y Y, Han X, et al. Molecular and biochemical characterization of laboratory and field mutants of *Botrytis cinerea* resistant to fludioxonil[J]. Plant Disease, 2016, 100(7): 1414–1423.

[31] Zhang X K, Wu D X, Duan Y B, et al. Biological characteristics and resistance analysis of the novel fungicide SYP-1620 against *Botrytis cinerea*[J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2014, 114: 72–78.

[32] Sun H Y, Wang H C, Chen Y, et al. Multiple resistance of *Botrytis*

*cinerea* from vegetable crops to carbendazim, diethofencarb, procymidone, and pyrimethanil in China[J]. Plant Disease, 2010, 94(5): 551–556.

[33] Wang B R, Lou T C, Wei L L, et al. Biochemical and molecular characterization of *Alternaria alternata* isolates highly resistant to procymidone from broccoli and cabbage[J]. Phytopathology Research, 2021, 3(1): 15.

[34] Wei L L, Chen W C, Zhao W C, et al. Mutations and overexpression of CYP51 associated with DMI-resistance in *Colletotrichum gloeosporioides* from chili[J]. Plant disease, 2020, 104(3): 668–676.

[35] Chen W C, Wei L L, Zheng H H, et al. Biological characteristics and molecular mechanism of procymidone resistance in *Stemphylium eturmiunum* from garlic[J]. Plant Disease, 2021, 105(7): 1951–1959.

[36] 曹爱兵, 姚 瑶. 江苏省农业绿色发展进阶思考与政策取向探讨[J]. 农产品质量与安全, 2021(2): 14–17.