

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2024.02.001

# 我国柑橘园杂草发生特点及防控研究进展

雷天虹<sup>1</sup>, 王健<sup>1</sup>, 吴彪<sup>1</sup>, 吴兰<sup>1</sup>, 冯唐奇<sup>1</sup>, 马洪菊<sup>1,2</sup>

1. 华中农业大学植物科学技术学院, 武汉 430070;

2. 果蔬园艺作物种质创新与利用全国重点实验室, 武汉 430070

**摘要:** 中国柑橘产区分布范围广泛, 充足的水热和养分条件及宽行密株的栽培模式, 使得柑橘园杂草种类繁多、生长迅速, 草相复杂。杂草会与果树争水争肥, 滋生传播病虫害, 妨碍果园的农事操作并恶化果园环境, 对柑橘生产造成严重不利影响。因此, 柑橘园杂草防控是柑橘生产过程的一项关键工作。由于我国不同柑橘产区的管理特点、地形地势、土质和气候条件不一样, 不同产区的杂草群落结构和优势杂草种类也不尽相同。通过总结我国不同柑橘产区的杂草群落结构及优势杂草种类, 并就柑橘园杂草物理防控、化学防控和生态防控等防控措施中存在的问题进行总结分析和前景展望, 旨在为我国柑橘园杂草科学、绿色可持续防控提供理论依据, 对促进我国柑橘产业实现降本提质、持续健康发展具有十分重要的作用。

**关键词:** 柑橘园; 杂草种类; 优势种;

防控措施

中图分类号: S666

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 2097-1354(2024)02-0001-08

## Research Progress on Characteristics of Weeds Infestation in Citrus Orchards and Their Control in China

LEI Tianhong<sup>1</sup>, WANG Jian<sup>1</sup>, WU Biao<sup>1</sup>,WU Lan<sup>1</sup>, FENG Tangqi<sup>1</sup>, MA Hongju<sup>1,2</sup>

1. College of Plant Science &amp; Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. National Key Laboratory for Germplasm Innovation &amp; Utilization of Horticultural Crops, Wuhan 430070, China

**Abstract:** China's citrus-producing regions exhibit wide geographical distribution. Adequate hydrothermal and nutrient conditions, and wide row with dense plant spacing cultivation tech-

收稿日期: 2024-03-26

基金项目: 现代农业(柑橘)产业技术体系(CARS-26)项目。

作者简介: 雷天虹, 硕士研究生, 主要从事杂草抗药性研究。

通信作者: 马洪菊, 博士, 副教授。

niques, has fostered a rich tapestry of weeds with rapid growth, resulting in complex weed communities within citrus orchards in China. The presence of weeds poses a multifaceted challenge, including competition with fruit trees for water and fertilizer, acting as breeding grounds for pests and diseases, impeding the agricultural operation, and contributing to the deterioration of orchard environments. These ramifications, in turn, have profound adverse effects on citrus production, necessitating a strategic focus on weed control within citrus orchards. Due to the diverse management practices, topographical variations, and differences in soil and climate conditions across China's citrus-producing areas, the weed community structure and dominant weed species exhibit notable distinctions. Drawing upon previous research findings and the investigative analysis conducted by our research team, this paper systematically reviews and summarizes the weed community structure and dominant weed species in diverse citrus-producing regions across China. Furthermore, the paper meticulously examines the challenges associated with various weed control measures, spanning physical, chemical, and ecological control methods. The prospect is to provide a theoretical foundation for the scientifically and environmentally sustainable control of weeds in citrus orchards in China. The ultimate objective is to play a pivotal role in promoting the sustainable and healthy development of citrus industry in China.

**Key words:** citrus orchard; weed species; dominant species; prevention and control measures

柑橘是橘、柑、橙、柚、枳等的总称,在全世界广泛分布,是世界第一大水果品种,年产约1.5亿t,居世界水果首位<sup>[1]</sup>.柑橘的气味芬芳、口感和风味俱佳且具有丰富的营养和药用价值,深受消费者的喜爱.近20年间,随着我国居民收入和生活水平的不断提高,人们对于水果的需求量与日俱增,我国柑橘产业规模也随着需求的增加而不断扩大.据国家统计局统计,我国柑橘种植面积从2001年的132.4万hm<sup>2</sup>增至2022年的303.3万hm<sup>2</sup>,柑橘产量(6003.8万t)约占全球柑橘总产量的28%以上<sup>[2]</sup>,柑橘面积及柑橘产量常年稳居世界首位<sup>[1]</sup>.由于较高的经济效益,柑橘产业已成为我国南方丘陵山区、库区和革命老区的农业支柱产业<sup>[3]</sup>,对增加农民收入、实现生态保护、解决劳动就业和维护社会稳定起到了十分重要作用,在我国实现产业扶贫和乡村振兴战略中也做出了重大贡献.

柑橘主要种植在温度和降雨量相对较高的亚热带地区,高温多雨的气候条件和充足的养分,使柑橘园杂草常年大量发生.并且随着宽行密株的现代标准化果园的建园,园间通风透光良好、生态环境稳定,更加适宜杂草的生长,因而柑橘园杂草种类多且生长迅速,若不及时防除,不仅会与果树争夺水分、养分,而且易于滋生病虫害,破坏果园的生态环境<sup>[4-5]</sup>,从而影响果树的生长发育以及果实产量和品质.同时,一些高大的草本植物还会影响果园的机械作业.所以杂草防控已成为柑橘农事操作中必不可少的环节,也是柑橘生产管理中人工劳动强度较大的工作.目前我国柑橘园主要采用化学除草、机械除草和人工除草等方式进行杂草防控<sup>[6]</sup>.但随着我国人口老龄化程度加深,且城镇化的发展使农村劳动力严重流失,人工除草和机械除草的成本不断增加.化学除草虽然有快速高效的优点,但长期依赖化学除草剂,会引起土壤板结、肥力下降,果园生态环境恶化和杂草抗药性等一系列问题<sup>[7-10]</sup>.可见,柑橘园杂草防控问题已日益成为制约我国柑橘产业发展的难题,并影响柑橘产业在乡村振兴中的作用.本文将对我国柑橘园杂草发生及危害特点进行综述,并对杂草防控措施及不同措施中存在的问题进行总结分析和前景展望,旨在为我国柑橘园杂草科学、绿色、可持续防控提供理论依据,对促进我国柑橘产业实现降本提质、持续健康发展具有十分重要的作用.

## 1 我国柑橘园杂草种类及发生特点

柑橘在我国19个省(区、市)均有分布,南起三亚,北至陕西和宁夏,东至台湾,西到西藏

雅鲁藏布江河谷地区<sup>[11]</sup>. 由于我国的柑橘产区分布广泛, 不同地区的管理特点、地形地势、土质和气候条件不一, 使得我国柑橘园的杂草种类繁多, 草相复杂. 柑橘园杂草是影响树体生长发育及果实产量品质的重要因素, 因此, 已有一些研究对我国不同地区的柑橘园杂草群落进行了调查. 李先信等于 2005—2006 年对湖南省主要柑橘产区中的杂草群落结构进行调查, 共发现了包括禾本科、菊科和苋科等 41 科 136 种杂草, 其中禾本科的马唐、狗尾草、狗牙根、金色狗尾草、牛筋草、白茅, 菊科的艾叶、小飞蓬、一年蓬及苋科的喜旱莲子草在柑橘园中发生密度大、分布范围广, 是湖南省柑橘园中的优势杂草种群<sup>[12]</sup>; 姚和金等于 2004—2007 年对浙西南柑橘园杂草种群调查结果表明, 该地区柑橘园中共有 80 种杂草, 隶属于 27 个科, 禾本科和菊科的杂草数量最多, 早熟禾、猪殃殃、看麦娘、牛繁缕、婆婆纳、马唐、铁苋菜、牛筋草、小飞蓬和旱稗等是柑橘园中不同季节的优势杂草种群<sup>[13-14]</sup>; 徐南昌等于 2013—2014 年对衢州市柑橘园的杂草种类和数量进行了抽样调查, 结果表明, 衢州市柑橘园中共有 212 种杂草, 隶属于 56 个科, 其中禾本科和菊科的杂草种类最多<sup>[15]</sup>; 凌泽洪等于 2008 年 4—8 月对重庆市 3 个重要柑橘产区的杂草种群进行了调查, 共发现 68 种杂草, 隶属于 25 个科, 其中禾本科和菊科的杂草种类多、密度大、分布广且对柑橘树生长危害大<sup>[16]</sup>; 郭跃华等于 2009 年 4—10 月对钦州市主要柑橘产区进行了抽样调查, 结果表明, 该市柑橘园中共有 160 余种杂草, 隶属于 34 个科, 其中禾本科的马唐、千金子、狗牙根, 菊科的鬼针草和藿香蓟, 柳叶草科的草龙, 莎草科的两歧飘拂草和玄参科的母草等是优势杂草种群, 禾本科和菊科杂草也是钦州市柑橘园中种类最多的两类杂草<sup>[17]</sup>; 胡奎于 2014 年 4—6 月对湖北省主要柑橘产区宜昌市、十堰市和荆州市具有代表性的柑橘园进行杂草普查, 共调查到 112 种杂草, 隶属于 36 个科, 检测了柑橘园牛筋草和小蓬草对草甘膦的抗药性现状, 结果表明湖北省柑橘园的牛筋草和小飞蓬均对草甘膦产生了一定的抗药性<sup>[10]</sup>; 闫洋洋等于 2019 年 3—12 月对三峡库区柑橘园杂草种类进行抽样调查, 共发现 185 种杂草, 隶属于 53 个科, 其中苋科的喜旱莲子草、禾本科的十字马唐、莎草科的香附子和菊科的鬼针草等是该地区柑橘园中的优势杂草种群<sup>[18]</sup>. 虽然不同地区的优势杂草种群因地区和季节有所差异, 但禾本科和菊科都是这些地区柑橘园中发生量最大、种类最多、分布最广, 并且对柑橘生长为害最大的两类杂草.

我国柑橘种植面积大, 分布范围广, 而上述研究仅针对某个地区的柑橘产区进行杂草群落调查, 且多为 2010 年之前开展的调查研究. 随着柑橘栽培管理方式和除草措施的改变(如长期使用除草剂), 柑橘园杂草群落发生演替, 重要恶性杂草的种类也会发生改变. 为了系统分析我国目前柑橘产区杂草群落结构, 本研究团队于 2020—2024 年在杂草盛发期(7—8 月)对我国 5 大柑橘产业带 9 个柑橘主产区的 363 个柑橘园的杂草群落结构进行调查研究, 并对产区内杂草群落结构与环境因子之间的关联性进行了分析. 根据不同柑橘产区优势杂草物种重要值分析结果, 不同产区中的优势杂草种类有所差异. 四川产区的优势杂草为苋科的喜旱莲子草和禾本科的马唐、小蓬草、牛筋草, 其中喜旱莲子草的发生量最大; 湖北产区的优势杂草为鸭跖草科的鸭跖草, 禾本科的稗、马唐和牛筋草, 大戟科的铁苋菜以及菊科的小蓬草; 浙江产区的优势杂草为禾本科的马唐和牛筋草; 湖南产区的优势杂草为禾本科的马唐、牛筋草、大白茅和狗尾草以及菊科的小蓬草; 江西产区的优势杂草为禾本科的马唐和牛筋草; 福建产区的优势杂草为禾本科的马唐和牛筋草、菊科的鬼针草和藿香蓟以及鸭跖草科的鸭跖草; 云南产区的优势杂草为禾本科的马唐、牛筋草和菊科的鬼针草; 广西产区的优势杂草为禾本科的马唐和牛筋草、菊科的鬼针草以及鸭跖草科的鸭跖草; 广东产区的优势杂草为禾本科的马唐、菊科的藿香蓟和鬼针草.

综合对我国不同柑橘产区的杂草物种组成与环境因子进行关联性分析的结果,通过趋势对应分析(detrended correspondence analysis, DCA)和典范对应分析(canonical correspondence analysis, CCA)明确了长江流域柑橘产区杂草群落结构主要受到降水量、气温、经纬度以及海拔等环境因子的影响;通过生态位分析明确了长江流域柑橘产区中优势杂草物种对资源的利用差异性较大,对资源利用的竞争弱;种间亲和性结果表明长江流域柑橘产区中杂草物种总体呈显著负联结,群落中杂草的分布相对较独立,群落的稳定性较差,群落演替处于不稳定的初级阶段<sup>[19]</sup>.

## 2 柑橘园杂草的危害

在柑橘生产中,杂草是影响柑橘果树生长发育和产量品质的重要因素之一,对果树的危害主要表现在争夺水分、养分,滋生传播病虫害,恶化果园生态环境,影响果园施药、灌溉和采收等<sup>[12, 20-21]</sup>. 据研究表明,杂草造成的果树减产一般为10%~20%,造成的经济损失约为25%~33%,甚至杂草为害严重的果园,幼树不能适龄结果,或结果后树势衰弱,寿命缩短<sup>[4, 20]</sup>.

柑橘园中的草相复杂,不同杂草的为害特点有所差异. 大白茅和喜旱莲子草是多年生深根性或宿根性杂草,根系发达、生长迅速,与柑橘树竞争营养和水分能力强,且难以根除;小蓬草和龙葵等高大草本严重影响果园的农事操作;菟丝子、乌菟莓、杠板归和葎草等藤本植物,会攀援缠绕寄生果树,严重为害果树的生长发育. 除此之外,柑橘园中的一些杂草物种可能为柑橘危险性病虫害的中间寄主,对柑橘生产产生重大影响. 已有研究发现,在自然条件下,柑橘木虱成虫在果园中常见杂草龙葵上的存活期最长可达45 d,并发现部分龙葵叶片中含有黄龙病病原菌<sup>[21]</sup>. 除了龙葵,柑橘木虱还在常见杂草藿香蓟和假臭草上表现出不同的适生性,这些非寄主植物可能有助于柑橘木虱躲避不良环境或长距离迁移扩散,成为传播黄龙病的潜在威胁<sup>[5]</sup>. 所以,对于柑橘园中的一些恶性杂草若不及时进行防除,将会对柑橘生产产生严重影响.

## 3 我国柑橘园杂草主要防控措施及存在的问题

我国柑橘产区分布范围广,柑橘园中的杂草种类多、发生量大且发生周期长. 近年来,由于劳动力减少、过度依赖除草剂、轻简化栽培技术推广和杂草抗药性水平上升等原因,使得果园杂草防控难度和防治成本逐年增加. 目前,国内外柑橘园杂草防控措施主要有物理防控、化学防控和生物防治等<sup>[22-23]</sup>,我国柑橘园主要采用除草剂、割草机和手工方式控草<sup>[6]</sup>.

### 3.1 物理防控

果园杂草的物理防控主要包括人工除草、机械割草和覆盖控草等方法. 人工除草是通过人工锄草或人工拔草的方式,对果园杂草进行清耕处理的传统除草方式. 人工除草需要耗费大量的劳动力,工作效率低. 随着我国人口老龄化现象日渐加剧和城镇化的发展,导致劳动力缺乏、人工成本提高,依靠人工除草的方法已不再符合现代柑橘的实际生产需求<sup>[24]</sup>. 随着果园规模化、智能化的发展,以及国家对果园机械化的政策支持等推动,机械除草逐渐成为果园杂草防控的另一趋势<sup>[24-25]</sup>. 与人工除草相比,机械除草具有效率高、操作方便等优点,相关研究表明,使用机械刈割机进行杂草刈割还有蓄水保墒、提高土壤有机质和果实品质的作用<sup>[25-26]</sup>. 果园割草机按行走系统不同可分为牵引式和自走式两种<sup>[27-28]</sup>. 牵引式割草机由拖拉机牵引作业,这类果园割草机的割草幅度大、效率高,适用于大面积果园除草,但灵活性差、不能用于山地果园. 自走式割草机分为轮式和履带式两种,这类割草机轻便灵活、操作简便、地形适应能力强,履带式割草机还适用于丘陵山区的果园;但自走式割草机割幅较小、与牵引式割草机相比作业效

率低,需要人工辅助作业.果园常用的割草机还有背负式割草机,其成本低、灵活性强,能除去树盘下的杂草,但是这类割草机的割幅小、安全性差、作业效率低,并且需要人工操作,劳动力成本高.使用割草机割草能够将杂草地上部分除去,不会影响果树地表根系,但是不能除去杂草根部,对多年生杂草防控效果差、持效期短.在果园使用牵引式和自走式割草机进行机械除草时还会留下很多死角,树干周围和高垄上的杂草无法使用机械去除,还是需要借助人工去除,耗费大量劳动力成本.

覆盖控草是指在树盘或全园使用无机物或有机物覆盖地表以防控杂草,具有操作简便、除草效果好、保水保墒、调节地温、提高果实品质和防止水土流失等优点<sup>[29-31]</sup>.有机覆盖物包括作物秸秆、落叶、糠壳、木屑以及其他农副产品废弃物等能被生物降解的天然有机覆盖物,具有控草效果好、能够改善土壤有机质含量和土壤结构,增强土壤保墒抗旱能力等优点<sup>[32]</sup>.但为了能有效防控杂草,有机覆盖物的厚度应不低于 10 cm<sup>[33]</sup>,需要的覆盖物多,有机物的运输成本高,控草成本高;一些有机物还易于滋生病虫害.无机覆盖物如防草布的控草效果好,可以改善土壤养分和果树生长情况<sup>[34]</sup>,但长期使用防草布等无机覆盖物可能会造成果树根系上浮、土壤板结等问题;防草布的使用寿命一般只有 3~5 年,需要经常更换,控草成本高且易于造成农资残留、污染环境<sup>[23]</sup>.

### 3.2 化学防控

由于化学除草具有省时省力、操作简单、迅速高效以及成本低等优点,一直以来被广泛应用于柑橘园杂草防控<sup>[35-36]</sup>.柑橘园中登记使用的主要是灭生性除草剂,有效成分为草铵膦、草甘膦、敌草快和除草定,截至目前,以这 4 个灭生性除草剂登记的单剂和混剂除草剂制剂产品有 473 个;此外,在柑橘园中还登记了选择性除草剂苯嘧磺草胺、2,4-滴二甲胺盐和丙炔氟草胺 3 个除草剂制剂产品.

可见,在柑橘园杂草防控中大部分都是使用灭生性除草剂,灭生性除草剂在使用初期对常见杂草具有良好的防控效果,但长期大量使用,会导致恶性杂草产生抗药性<sup>[9-10]</sup>,形成优势单一群落,增加防治难度,提高防治成本.随着长期大量使用除草剂产生不利影响的增加,一些柑橘产区的果园已减少或不再使用除草剂,但一些丘陵山区的果园由于地块起伏变化大且分散,机械作业难度大,果实价格低等因素,使用除草剂的情况仍较普遍<sup>[7]</sup>.

### 3.3 生态控草

果园以草控草是一项绿色生态的杂草防控技术.果园生草在 20 世纪 40 年代随着果园管理机械的不断发展而兴起,欧美许多国家和日本率先引进该项技术并一直沿用到现在,目前这项技术已在欧美等发达国家广泛应用<sup>[37-38]</sup>.我国也在 20 世纪末将果园生草作为绿色果品生产技术措施在全国进行推广应用,但到目前为止,我国生草果园面积还很少,生草控草的大面积成功应用经验不足,仍处于小面积试验及应用阶段<sup>[39-40]</sup>.果园生草模式主要包括两种:一是选择适宜的草种在果园行间或全园进行人工生草;二是在剔除恶性杂草后根据当地气候和草种生长特性蓄留适宜杂草的自然生草.近年来,果园生草技术日益受到人们的关注,我国关于果园生草研究和报道明显增加.已有很多研究证明,果园生草是一种绿色的果园土壤管理方式,是解决当前我国果园生产普遍面临的集约化单一种植、生物群落结构及物种单纯化等现实问题的有效途径之一.果园生草能够提高果园土壤的养分和酶活性<sup>[41-43]</sup>,能够降低害虫种群密度<sup>[41, 44-47]</sup>、增加天敌种类和数量<sup>[41, 47-49]</sup>、增强节肢动物群落多样性和稳定性<sup>[46-47]</sup>,进而改善果园生态环境、提高果实品质<sup>[45, 50]</sup>.

然而,由于果园生草控草技术在产业应用和推广上仍存在问题,所以目前我国柑橘园

中还未大面积推广。第一,生产成本问题,果园生草前期需要投入一定的人力物力,成本较高;第二,我国柑橘种类和品种众多,涉及的地形地势、土壤和气候条件以及管理模式复杂,对于果园生草品种和技术的要求高;第三,果园生草技术还未实现机械化,生草的播种和管理依赖人工程度高,过程复杂,还需要和栽培耕作模式以及果园基础配套措施进一步融合发展;第四,目前产业中推广的生草品种存在控草期短、控草效果差、攀爬果树等问题,生草品种是否会与果树竞争水分、养分,与其对果树病虫害的影响还有待进一步的研究。

生草品种的选择是果园生草控草的关键技术。近年来,本研究团队探究了常用的冷季型和暖季型生草品种对柑橘园行间和树盘的杂草防控效果,结果表明不同的生草品种各有优缺点。冷季型草光叶紫花苕子和箭筈豌豆生物量大,春季控草效果好,但不能控制夏季杂草且会攀爬果树。白车轴草植株高度适宜、观赏性强、成坪后控草效果好,但大部分品种不耐高温,夏天枯死,不能有效防控夏季杂草;白车轴草 Haifa 是白车轴草中一个耐高温的品种,但幼苗生长缓慢,竞争力弱。南苜蓿植株高度适宜、观赏性强,但种子成本高、幼苗竞争力弱且无法控制夏季杂草。鼠茅草生物量大、春季控草效果好,但是种子贵,夏天全部干枯,有火灾风险。苇状羊茅高度适宜、生物量大、浅根系密集,在几个冷季型生草品种中是最耐高温的,成坪后控草效果好、控草期长,是一种具有果园生草控草潜力的品种。紫羊茅对柑橘园杂草也具有较好的控草效果,叶片柔软,成坪后观赏性强,耐高温能力、幼苗生长势和控草效果弱于苇状羊茅。暖季型草结缕草和百慕大在夏季成坪后控草效果好,但是种子发芽率低,不宜种子播种,只能铺草皮,成本高;印度豇豆生物量大、耐旱,在夏季控草效果好,但会攀爬果树。对于一些恶性杂草为害严重的果园,仅仅依靠果园生草技术不能起到良好的杂草防控效果,还需要结合除草剂定点靶杀和人工拔除等措施先除去恶性杂草后,再进行果园生草。

相比于在果园人工种草,自然生草具有对本地气候条件的适应性强、产草量大、草种资源丰富、易于栽培管理和成本低等优点<sup>[51-52]</sup>。自然生草通常选择覆盖高度小于 40 cm,根系浅、生长速度快、生物量大且与果树没有共同病虫害的良性草种,从而才能有效地控制其他恶性杂草的生长。自然生草也存在一定的问题,一是在短期内会存在与果树争水、争肥的现象,但是随着生草年限的增加,这种影响会减小,并且长期生草还会改善土壤理化性质和增加土壤养分<sup>[53]</sup>;二是如何除去果园中的恶性杂草,使良性植物形成优势种群,占领生态位,也是自然生草的另一重要问题。与传统清耕和在果园全园使用除草剂除去全部杂草相比,使用灭生性除草剂点杀恶性杂草或使用选择性除草剂防控恶性杂草,使良性植物形成优势种群,占领生态位,以持续防控恶性杂草的生态控草方式,能够增加果园的物种多样性、改善果园的生态环境,进而提高果实的产量和品质,是一项绿色、可持续的生态控草技术。

## 4 总结与展望

我国柑橘产区的面积大、分布范围广,不同柑橘产区的杂草群落结构和优势杂草物种有所不同,但禾本科杂草牛筋草、狗尾草、稗草和菊科杂草鬼针草、小蓬草等是大多数产区柑橘园中杂草优势种,并且是对柑橘生长为害最大的两类杂草。柑橘园的杂草防控是柑橘生产过程中劳动力需求最大的工作之一,也是必不可少的管理过程。果园生草技术已成为发达国家生态果园建设和有机水果生产的主流技术模式。我国柑橘园目前主要采用除草剂、机械割草和人工除草等方式进行控草,但这些防控措施都存在一定的问題,难以完全防控一些恶性杂草。已有很多研究表明,果园生草对果实的产量和品质都有积极影响,有利于提高果园的经济效益和生态效益。因此,建立经济可行的生草控草技术是一项重要的工作。随着人们环保意识的提高和国

家绿色发展理念的践行,果园生草技术作为一项绿色、可持续的生态控草技术,将成为未来我国水果产业持续健康发展的重要保障。

#### 参考文献:

- [1] 世界柑橘组织.世界柑橘组织北半球柑橘预测显示柑橘产量复苏[EB/OL].(2023-11-17)[2024-03-01].  
<https://worldcitrusorganisation.org/>.
- [2] 国家统计局.农业生产条件与统计面积[EB/OL].(2023-10-16)[2024-03-01].<http://www.stats.gov.cn>.
- [3] 祁春节,顾雨檬,曾彦.我国柑橘产业经济研究进展[J].华中农业大学学报,2021,40(1):58-69.
- [4] SINGH M, SHARMA S D. Benefits of Triazine Herbicides and other Weed Control Technology in Citrus Management [M]//The Triazine Herbicides. Amsterdam: Elsevier, 2008: 199-209.
- [5] 卢慧林.杂草对柑橘木虱的影响及木虱生态控制技术的研究[D].广州:华南农业大学,2019.
- [6] 潘一凡,刘永忠,黄钰轩,等.我国柑橘栽培管理技术现状调查和发展思考[J].华中农业大学学报,2023,42(4):140-149.
- [7] 于俊萍,姜秀美.果园除草的几种方式及效果探讨[J].山东农机化,2021(1):41.
- [8] 姚和金,金宗来,杨伟斌,等.不同除草方式对浙西南柑橘园杂草群落及其多样性的影响[J].应用生态学报,2010,21(1):23-28.
- [9] 姚和金,金宗来,杨伟斌,等.三种除草剂对浙西南柑橘园优势杂草防效[J].农药,2008,47(12):920-923.
- [10] 胡奎.湖北省柑橘园杂草发生特点、抗草甘膦监测及化防技术研究[D].荆州:长江大学,2015.
- [11] 乔进超,李旭玮,施蕊.中国柑橘三大产区产业探究——以广西、湖南、湖北为例[J].云南科技管理,2021,34(1):45-49.
- [12] 李先信,张秋胜,张孝岳,等.湖南柑桔园杂草种类及优势种群调查研究[J].中国南方果树,2007,36(6):1-6.
- [13] 赵建华,姚和金.浙西南柑橘园杂草种群分布特点研究[J].安徽农业科学,2009,37(32):15764-15766,15771.
- [14] 姚和金,金宗来,杨伟斌,等.浙西南红黄壤果园杂草种群消长动态及生态位的研究[J].江苏农业学报,2008,24(5):649-655.
- [15] 徐南昌,徐法三,刘立峰,等.衢州市橘园杂草种群结构的调查[J].浙江农业科学,2014,55(12):1789-1793,1817.
- [16] 凌泽洪,董克园,李靖等.重庆市柑橘园杂草优势种群调查及化学防除效果评价[C]//中国植物保护学会(China Society of Plant Protection).粮食安全与植保科技创新.中国农业科学技术出版社,2009:6.
- [17] 郭跃华,黄河征,陈军,等.钦州市柑橘园杂草优势种群调查及化学防除效果评价[J].中国植保导刊,2010,30(6):33-35.
- [18] 闫洋洋,王玉宽,徐佩,等.三峡库区柑橘园杂草种类、分布及危害[J].草业科学,2020,37(11):2309-2319.
- [19] 袁祥瑞.我国柑橘优势产业带杂草群落特征及其与环境因子的关联性[D].武汉:华中农业大学,2023.
- [20] 刘会宁.果园除草技术概述[J].北方园艺,1999(5):23-25.
- [21] 卢慧林,欧阳革成,方小端.龙葵上柑橘木虱存活观察与黄龙病检测[J].环境昆虫学报,2015,37(3):543-547.
- [22] 杨凤梅,吉前华,关晓银,等.柑橘果园杂草发生特点与防控措施综述[J].生物灾害科学,2023,46(2):229-235.
- [23] 徐斌.果园常见杂草及防控措施[J].现代园艺,2022,45(18):42-44.
- [24] 张改运.果园不同控草除草方法及其利弊分析[J].西北园艺(果树),2014(2):6-7.
- [25] 周炎,路丹,黄太庆,等.不同除草方式对柑橘叶片矿质营养含量及果实品质的影响[J].热带农业科学,2021,41(11):13-17.
- [26] 许永刚.不同除草方式对果园土壤状况的影响[J].防护林科技,2016(4):40-41.
- [27] 王雷.果园割草机的现状及发展策略研究[J].河北农机,2023(11):40-42.
- [28] 杨天,赵武云,陈伯鸿,等.我国果园割草机发展现状与展望[J].农业工程,2022,12(1):5-14.

- [29] 厉建梅. 防草布在寒地果园生产管理中应用试验 [J]. 中国林副特产, 2021(4): 10-12.
- [30] 黄美科, 任吟. 脐橙果园防草布与化学防治对比试验 [J]. 农村科学实验, 2021(19): 173-174.
- [31] 李寒, 郝赛鹏, 郭素萍, 等. 地布覆盖对苹果园土壤理化性质及杂草生长的影响 [J]. 林业与生态科学, 2018, 33(4): 402-407.
- [32] 付小猛, 毛加梅, 刘红明, 等. 国内外有机果园杂草管理技术研究综述 [J]. 杂草学报, 2016, 34(4): 7-11.
- [33] SMITH R, LANINI W T, GASKELLM, et al. Weed Management for Organic Crops [M]. Richmond: University of California, Agriculture and Natural Resources, 2000.
- [34] 陈雪, 阎雪容, 李东生, 等. 不同覆盖材料对幼龄苹果园树体生长与土壤特性的影响 [J]. 北方园艺, 2021(13): 99-106.
- [35] 郑智龙, 高明山, 魏凯旋, 等. 果园杂草化学防治技术 [J]. 河南林业科技, 2004, 24(1): 54-55.
- [36] SINGH M, MALIK M, RAMIREZ A H M, et al. Tank Mix of Saflufenacil with Glyphosate and Pendimethalin for Broad-Spectrum Weed Control in Florida Citrus [J]. HortTechnology, 2011, 21(5): 606-615.
- [37] 吴婉莉, 刘鲜艳, 卢彬. 果园生草栽培技术 [J]. 吉林农业, 2014(19): 68-69.
- [38] GREENHAM D W P. The environment of the fruit tree-managing fruitsoils[J]. HortScience, 1995(12): 25-31.
- [39] 李会科, 赵政阳, 张广军. 果园生草的理论与实践——以黄土高原南部苹果园生草实践为例 [J]. 草业科学, 2005, 22(8): 32-37.
- [40] 王艳廷, 冀晓昊, 吴玉森, 等. 我国果园生草的研究进展 [J]. 应用生态学报, 2015, 26(6): 1892-1900.
- [41] 薛炜桦. 行间种植高羊茅和白三叶对柑橘园生态系统影响的初步探索 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2022.
- [42] WANG N, LI L, GOU M M, et al. Living Grass Mulching Improves Soil Enzyme Activities through Enhanced Available Nutrients in Citrus Orchards in Subtropical China [J]. Frontiers in Plant Science, 2022, 13: 1053009.
- [43] CASTELLANO-HINOJOSA A, KANISSERY R, STRAUSS S L. Cover Crops in Citrus Orchards Impact Soil Nutrient Cycling and the Soil Microbiome after Three Years but Effects are Site-Specific [J]. Biology and Fertility of Soils, 2023, 59(6): 659-678.
- [44] 孔凡来, 张硕, 迟宝杰, 等. 多蜜源植物组合生草模式对苹果园主要害虫的控制作用[J]. 山东农业科学, 2020, 52(6): 99-103.
- [45] WAN N F, JI X Y, GU X J, et al. Ecological Engineering of Ground Cover Vegetation Promotes Biocontrol Services in Peach Orchards [J]. Ecological Engineering, 2014, 64: 62-65.
- [46] 程亚樵, 王汉民, 孙元峰, 等. 矮化密植苹果园人工生草覆草与效益评估 [J]. 中国农学通报, 2005, 21(10): 255-258.
- [47] 张硕. 不同生草方式对苹果园主要害虫及天敌的影响 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2019.
- [48] 吴全聪, 郑仕华, 叶旺发. 生态护理对山地桔园节肢动物群落结构及多样性的影响 [J]. 生态学杂志, 2010, 29(8): 1559-1565.
- [49] 张林林, 许长新, 焦蕊, 等. 施药与生草管理对苹果园节肢动物群落结构及相对稳定性的影响 [J]. 果树学报, 2020, 37(4): 582-592.
- [50] 梁琴, 蒋进, 周泽弘, 等. 四川丘陵柑橘园种植豆科绿肥的环境和增产提质效应 [J]. 中国土壤与肥料, 2021(6): 143-148.
- [51] 李芳东, 吕德国, 于云政, 等. 果园生草试验及适生草种评价 [J]. 北方果树, 2012(6): 9-11.
- [52] 张朋朋. 梨园自然生草优势草种筛选及生草年限对土壤养分和果实品质的影响 [D]. 阿拉尔: 塔里木大学, 2023.
- [53] 付学琴, 刘琚珥, 黄文新. 南丰蜜橘园自然生草对土壤微生物和养分及果实品质的影响 [J]. 园艺学报, 2015, 42(8): 1551-1558.