

2022 年上海市稻田杂草大发生原因剖析及对策建议

田志慧, 袁国徽, 高原, 房加鹏, 沈国辉*

(上海市农业科学院生态环境保护研究所, 上海 201403)

摘要 在对稻田杂草发生危害长期跟踪监测和调查走访的基础上,从主观、客观和管理层面的 10 个方面,对 2022 年上海市稻田杂草大发生原因进行了剖析,并针对当前稻田杂草防除中存在的问题,从政策引导、技术支撑、组织管理等方面提出了对策建议。

关键词 稻田; 杂草; 大发生; 原因; 对策建议

中图分类号: S 451 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2023082

Cause analysis and countermeasures of weed massive occurrence in rice fields in Shanghai in 2022

TIAN Zhihui, YUAN Guohui, GAO Yuan, FANG Jiapeng, SHEN Guohui*

(Eco-Environmental Protection Research Institute, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403, China)

Abstract Based on the long-term monitoring and investigation of the occurrence and damage of weeds in rice fields, the causes of weeds occurrence in rice fields in Shanghai in 2022 were analyzed from 10 aspects of subjective, objective and management levels. Countermeasures and suggestions were put forward from the aspects of policy guidance, technical support, organization and management in view of the problems existing in the current control of weeds in rice fields.

Key words rice field; weed; massive occurrence; cause; countermeasure and suggestion

杂草是稻田的伴生植物,只要有水稻种植的地方就有杂草危害。自古以来,人们采用人工拔除等农业措施防除杂草,直到 20 世纪 70 年代,化学除草剂才被广泛应用于各作物和各区域杂草防治,高效简便的化学除草技术逐渐替代了传统的农业防除措施^[1]。与病虫害绿色防控综合技术体系相比,当前杂草的绿色防控措施较为单一,主要依赖化学除草,因而除草剂减量推进困难,加之农村劳动力严重匮乏,除草剂用量持续增长^[2]。2022 年,受连续高温干旱的影响,上海等南方稻区杂草普遍大发生,让我们见到了杂草危害的威力,认识到了“小草也有大问题”,也进一步警醒我们,到了必须重视杂草危害和杂草综合防控的时候。

1 稻田杂草发生危害与防除现状

据上海市农业技术推广中心 2022 年 6 月下旬对 176 块稻田定点调查结果,机直播稻田杂草平均

发生量 118.15 株/m²,局部严重地块杂草发生量高达 534~832 株/m²。笔者对上海 9 个涉农区和光明农业发展(集团)有限公司所辖农场调查发现,上海市水稻田杂草共有 55 种(含变种),其中禾本科杂草仍然是当前对水稻生长和产量影响最大的优势杂草^[3]。笔者研究发现,当稗 *Echinochloa crus-galli* 和千金子 *Leptochloa chinensis* 密度为 4 株/m² 时,即可造成水稻显著减产,损失率分别为 23.46% 和 14.49%;8 株/m² 时,水稻产量损失率可达 60.49% 和 25.17%^[4-5]。近年来杂草稻 *Oryza sativa* f. *spontanea* 危害上升趋势不容乐观,据笔者 2020 年对上海 1 921 块(直播稻田 1 285 块,移栽稻田 636 块)、面积 707.1 hm²(直播稻田 478.0 hm²,移栽稻田 229.1 hm²)稻田的抽样调查结果显示,直播稻田杂草稻发生田块 677 块,发生面积 244.7 hm²,分别占调查的直播稻田块数的 52.7% 和面积的 51.2%;移栽稻田杂草稻发生田块 131 块,发生面积 38.6 hm²,

收稿日期: 2023-02-24

修订日期: 2023-03-13

基金项目: 上海市科技兴农重点攻关项目(2022-02-08-00-12-F01166)

* 通信作者 E-mail:zb5@saas.sh.cn

分别占调查的移栽稻田块数的 20.6% 和面积的 16.8%。据统计,2022 年上海市机(穴)直播和机插秧移栽水稻的面积分别为 60 400 hm² 和 24 600 hm², 据此推算,全市杂草稻的危害面积已经高达 33 333 hm² 以上。杂草稻危害对水稻产量影响极大,当杂草稻密度为 1 株/m² 时可导致水稻产量损失 9.15%,密度达到 7 株/m² 时可导致水稻产量损失 50% 以上,12 株/m² 时水稻产量损失率高达 72.29%^[6]。由于当前国内外防控杂草稻还缺乏有效的除草剂品种,主要依靠人工拔草,防控压力非常大。

从笔者 2022 年 10 月中下旬对上海 9 个涉农区和农场的踏查情况看,不少稻田杂草危害严重,有的田块甚至因杂草丛生导致种植户放弃管理。通过对种植户的走访得知,杂草防除成本普遍在 150~200 元/667m²,高的达 300~400 元/667m²。而技术到位率高的种植户,杂草防除成本仅为 60~80 元/667m²,反差非常明显,这也从一个侧面反映出科学防控技术普及的重要性。

2022 年上海农资市场出现了套装销售除草剂现象,每套由 3~5 个产品组成。这些临时组合产品,有的缺乏科学依据,使用后不但不能有效防除稻田杂草,甚至对水稻产生了药害,而且还导致种植户防除成本居高不下,对农药减量使用也产生了冲击。2022 年 8 月农业农村部明确将“套餐”农药列为违法行为,并要求各地对农药联体包装、套餐式包装等行为进行监督检查^[7]。

2 稻田杂草大发生原因剖析

纵观 2022 年上海市稻田杂草大发生的原因,笔者认为,既有客观和政策方面因素,更有主观方面原因,具体表现在以下三大层面的 10 个方面:

2.1 客观原因

2.1.1 水稻栽培方式变化导致杂草发生危害趋重

水稻直播技术作为一项轻简栽培技术,已逐渐成为目前水稻生产发展的重要方向。我国北方于 20 世纪 50 年代曾大面积推广水稻直播,80 年代前黑龙江省水稻直播面积占种植面积的 70%^[8]。近年来,随着直播技术的改进,直播稻在我国南方稻区覆盖面逐渐加大,特别是在上海、江苏、广州、浙江等东南沿海地区发展较快^[9]。2022 年上海机(穴)直播种植面积达 60 400 hm²,占当年水稻种植总面积的 68.9%。稻田草害是影响直播稻产量的重要因

素之一。一方面,由于直播稻田前期采用湿润管理,土壤湿度相对适宜,加上生长空间充足,十分有利于杂草的快速生长,因而杂草发生种类多、数量大^[10-13],危害程度明显重于机插秧稻田,尤其禾本科稗属杂草、千金子、杂草稻等已成为直播稻田危害最严重的杂草^[14-17]。另一方面,直播稻田相比移栽稻田杂草发生时间长,以规范作业的田块为例,一般有 3 个出草高峰,而移栽稻田一般有 1~2 个出草高峰^[18],加上直播稻前期水稻群体小,无水层或水层浅,对杂草控制作用较弱,如不及时防除杂草或者防除质量不高,极易形成草荒,导致大幅减产甚至绝收^[19-20]。因此,直播稻的种植虽然能够降低稻作生产成本,但随着种植年限的增加,杂草种类及其种群组成会更趋复杂,给水稻生产带来了相应的草害风险。

2.1.2 杂草种群演替加快导致原有技术应对不济

近年来,由于种植业结构的调整、轻简栽培技术推广、收割机械跨区作业、除草剂不合理使用等多种因素的叠加影响,导致稻田杂草种群结构日趋复杂,恶性杂草发生密度逐年增加,杂草抗药性水平持续上升^[21-26]。据研究,不同类型杂草对水稻产量损失的影响不一,从重到轻表现为禾本科杂草>莎草科杂草>阔叶类杂草^[27],其中禾本科稗属杂草对水稻生长抑制作用主要表现在水稻株高和分蘖数降低,导致其有效穗数、千粒重和产量下降^[28];而千金子导致直播稻产量锐减的原因在于千金子密度高、分蘖能力强,使得田间透光率及土壤中可供水稻利用的水肥降低^[29]。笔者研究发现,物种方面,稻田杂草种类更趋丰富,新物种不断进入稻田;生活型方面,从过去一年生杂草危害为主向当前一年生与多年生杂草并重危害转变;生态型方面,马唐 *Digitaria sanguinalis*、牛筋草 *Eleusine indica*、酸模叶蓼 *Persicaria lapathi folia* 等旱生杂草开始进入稻田,呈现水生、湿生和旱生三大类生境杂草兼有的状态。在这种较快演替趋势下,原有的稻田杂草防控体系显示出不足,须面对新情况、新问题因地制宜加以重构。

2.1.3 持续高温干旱天气导致杂草防除效果下降

2022 年持续的高温干旱天气极有利于杂草萌发生长,杂草应对恶劣环境和除草剂的能力进一步提高。同时,持续高温干旱天气导致土壤湿度下降,干旱开裂,芽前土壤封闭除草剂除草活性明显下降;

高温干旱天气也使喷洒到杂草茎叶上的除草剂药液快速蒸发,影响杂草对除草剂的有效吸收,从而导致除草剂防效下降。此外,虽然近年来对抗药性杂草防除效果突出的 HPPD 抑制剂类除草剂如三唑磺草酮(tripyrasulfone)、双环磺草酮(benzobicyclon)等已成为稻田的主流产品^[30-37],但该类除草剂如果使用技术不到位会造成杂草返青复活现象,导致除草效果不彻底,而再回头进行补防时往往已经错过了苗后茎叶处理的最佳用药时间。

2.2 主观原因

2.2.1 “见草施药”传统防除观导致杂草抗性凸显

种子萌发期是杂草最脆弱,对除草剂最敏感的时期,随着杂草的生长,其对除草剂的耐药能力逐渐变强,所以在杂草种子萌发期进行除草剂土壤封闭处理可有效控制杂草的发生危害。研究表明,直播稻田除草时间与水稻产量呈正相关,随着田间留草时间的延长,其水稻产量损失率增大^[38],因此,生产上通常根据直播稻田杂草群落结构,改善直播稻田管理,提高直播稻竞争优势,抓住杂草防除临界期,将草害控制在最低限度。

采用土壤封闭处理技术除草,时间前移,受温度影响小,因而除草效果明显,可以有效减少除草剂和人工投入,特别对防控抗性杂草意义重大^[39]。然而,目前仍有相当多的种植户偏好“见草施药”的传统防除习惯,且长期使用同一作用机制类型除草剂防除靶标杂草,导致靶标杂草对这类除草剂产生抗性。据全国农业技术推广中心 2022 年的监测数据,抗二氯喹啉酸、五氟磺草胺和氰氟草酯的稗草种群占比高达 86.6%、78.5%和 64.4%,抗氰氟草酯和噁唑酰草胺的千金子种群占比为 85.5%和 65.9%,其中江苏、浙江两省高抗氰氟草酯的千金子种群占比超过 65%,与 2021 年相比,占比显著提高,抗性上升速度加快。笔者对上海市 148 个稗草种群和 95 个千金子种群的监测结果显示,87.2%、47.3%和 29.7%的稗草种群分别对二氯喹啉酸、氰氟草酯和五氟磺草胺产生了抗性,24.2%和 15.8%的千金子种群分别对氰氟草酯和噁唑酰草胺产生了抗性。一旦稻田产生了抗药性杂草,如果不及时替换不同作用机理的除草剂品种而仍然沿用原来的药剂进行防除,就不能有效控制杂草危害,最终会导致失防。

2.2.2 推广服务薄弱导致“最后一公里”不畅

当前杂草研究和技术推广服务体系相对薄弱,基层农技推广部门植保科室大部分技术人员主要从事病虫害防治工作,熟悉杂草防控业务的技术人员较为短缺。这样的队伍现状与结构,面对农田杂草种群演替的新情况、除草剂产品市场的新动态和杂草绿色防控技术的新进展,有时难免显得心有余而力不足,也使稻田杂草科学防控技术“最后一公里”的到位率打折。

2.2.3 产学研推用结合不够导致协同执行偏弱

当前产、学、研、推、用各职能机构隶属于不同行业主管部门,日常工作相对独立。一些农药生产企业因对农田杂草防除中存在的问题了解不深,除草剂产品研发蹭热门,因而不同企业之间产品同质化现象较为普遍,而一些新优势杂草或抗药性杂草缺乏有效除草剂品种应对。有些农业院校相关专业教学内容侧重于专业知识的系统性和基础性,对农业生产中出现的新情况、新问题针对性教学不够。研究机构从事着杂草防控的前瞻性研究,也储备着较多的杂草防控应用技术,但受人手不足和推广渠道限制,示范推广力度和广度有限。农技推广部门拥有较好的推广体系和网络渠道,但由于从事杂草工作的力量不足,在生产一线面对面全覆盖指导困难较多。近年来,政府管理部门十分重视农民职业教育与培训,农广校等一些机构每年组织多期线上和线下培训,但难免存在培训教材老化或师资不足等情况。一些种植户面对水稻生产中碰到的杂草问题,或按照农资供应商推荐购买,或参照邻里用药,这种没有因地制宜、因草制宜的用药现状,有可能造成田间杂草无法得到有效防控。

2.2.4 应用技术田间管理不到位导致药效不好

任何一个除草剂产品发挥最佳除草效果都有相对应的技术要求和注意事项,种植户对操作要领不掌握或农事管理条件不到位,都会影响除草剂药效的正常发挥。如 2022 年使用广泛的茎叶处理除草剂敌稗,用好该药的关键是,喷液量需提高到 40~50 kg/667m²,施药时应选择晴好天气,施药后 3 d 内不能复水,目的是让杂草受药中毒后因缺水而彻底干枯致死。但有些种植户不了解这一特点,仍凭借一般茎叶处理除草剂喷液量仅 20~30 kg/667m²,施药后 1 d 复水的常规使用方法施药,甚至复水后还追施肥料,结果虽然杂草一度发

黄,但一周后即开始返青复活。还有些种植户管理的田块,农事操作粗放,或保水性差,或整地不平整,同样因没有满足除草剂的应用条件而影响除草效果。不明就里的一些种植户甚至还怀疑除草剂产品质量,引起不必要的纠纷。

2.3 政策原因

2.3.1 以绿色认证替代绿色防控限制了新技术新产品的推广应用

近几年中央 1 号文件反复强调推广农作物病虫害绿色防控产品和技术。然而笔者在走访调研中发现,有些管理部门用绿色认证率作为考核指标来衡量农技部门工作绩效是否达标,有的甚至还提出了过高的绿色认证率指标,其实这是混淆了绿色认证与绿色防控的概念。

所谓绿色防控是指以确保农业生产、农产品质量和生态环境安全为目标,以减少化学农药使用为目的,优先采取生态调控、生物防治、物理防治和科学用药等环境友好型技术措施控制农作物病虫害而采取的行为。而绿色认证是指专职机构依据绿色食品标准体系对绿色食品产地环境、生产过程及产品质量是否符合绿色食品标准的判定。比对 2020 年 11 月 1 日实施的中华人民共和国农业行业标准《绿色食品—农药使用准则》(NY/T 393-2020),常用的符合 A 级绿色食品生产允许使用的稻田除草剂品种较少,在杂草大发生年份是不足以应对的。

由于对绿色防控的认识存在偏差,面对杂草大发生年份,一些部门在发布杂草防控情报时,推荐用药品种仍局限于名录所列除草剂品种范围内,捉襟见肘。而标准的相对滞后性和修订周期偏长,一批高效低毒环境友好型,对抗药性杂草有优异效果的除草剂品种暂时还未纳入名录范围中,造成需求和要求的不协调不匹配。

2.3.2 农业主推技术缺少行政政策驱动导致推广普及广度受限

为提升科技对农业生产的支撑引领作用,近年来农业农村部和各省市每年都会推出一批实用的农业主推技术,这一举措对加快先进适用农业新技术的推广应用极为有利。但笔者在调研中发现,由于目前农业主推技术只是农业主管部门的一种导向性推荐技术而非考核性推广技术,所以其推广应用主要依靠技术研发团队自身的力量,推广的力度和广

度不够。加上入选的农业主推技术没有推广经费支撑,技术研发团队也较难开展大规模技术宣介和示范现场布点,不利于农业主推技术的加快推广和辐射。

2.3.3 除草剂推荐产品未满足需求,科学用药导向作用发挥不充分

为提高农作物病虫害绿色防控水平,引导种植户科学、安全使用农药,实现化学农药减量控害和节本增效,很多省市的农业行业主管部门每年都会向社会征集农作物农药品种和绿色防控产品,这是一种很好的机制,能有效发挥政府的主渠道和导向作用。但纵观上海等省市近几年的推荐名录,推荐产品中除草剂产品数量明显少于杀虫剂和杀菌剂产品数量,不能完全满足生产需求。

3 稻田杂草科学防控对策建议

2022 年失防稻田产生的大量杂草种子进入了土壤中,农机的跨区作业还会使杂草种子进一步在田块间扩散传播,对 2023 年水稻生产构成了较大的风险和防控压力。因此,总结 2022 年稻田杂草防控的得失和经验教训,未雨绸缪及早谋划,对化解风险并做好稻田杂草防控工作显得尤为重要。

3.1 政策引导方面

3.1.1 思想上更重视,把杂草防控作为植保工作的重中之重

杂草作为农作物最重要的四大有害生物之一,由于其危害不具暴发性,且长期来通过人工方法进行拔除,所以其危害性没有得到充分的认识。2022 年的稻田杂草大发生给我们敲响了警钟,小草对水稻生产和产量的影响也是巨大的,甚至威胁到粮食安全。

面对稻田杂草发生的新情况和防控现状,笔者认为,杂草问题已经演变为当前水稻植保的主要矛盾。因此,必须根据主次矛盾的转变,及时调整工作重心和策略,真正把杂草防控工作提上议事日程,作为当前植保工作的重中之重。唯有这样,稻田杂草发生危害的上升趋势才能得到有效遏制。

3.1.2 认识上再提升,把绿色防控作为杂草治理的主要导向

笔者认为,水稻绿色食品认证率高低不应是用来衡量工作成效的考核指标。笔者并不反对朝着这一目标去努力,但在这一进程中,我们必须坚持

科学发展观,做到量力而行、分步实施、尽力而为,切不可制定不符合当前杂草发生现状和防控能力所及的高指标。当前,确保粮食安全是头等大事,而绿色防控既能确保粮食高产稳产,又能保证农产品质量和生态安全,是现阶段的不二选择。我们应该以更强的责任感和更大的担当,及时调整政策导向,实事求是地确定绿色认证率指标,按照农业农村部的要求和部署,扎扎实实做好稻田杂草的绿色防控工作。

3.1.3 行动上重落地,把科技入户作为技术普及的重点举措

科研成果和新技术的生命力在于应用,应在科研成果和一线生产者之间架起桥梁,为农业插上科技的翅膀,使种植户实实在在感受到科技进步给他们带来的提质增效,让农技服务更有温度,技术指导更有深度,解决方案更有精度。

一方面,积极探索并完善职称评价机制,鼓励技术人员把论文写在大地上,形成长下乡、下长乡的工作机制,解决扎根基层一线、长期从事农业技术推广工作人员的担忧。同时,创造各种继续教育的机会,让基层技术推广人员第一时间了解掌握业内的最新科研动态、研究成果和成熟技术,提升其从事技术推广工作的能力和水平,真正把种植户需要的技术、能解决生产一线问题的技术及时送到他们手中。另一方面,要提高新型职业农民培训的质量,根据农技推广的特点、种植户的文化水平、生产上的问题和需求,组织针对性强的培训。要丰富培训的形式,尽可能从教室走进田间、从线上移到线下,从屏幕转向现场,扎扎实实办好农民田间学校。另外,根据水稻生产的特点,可组织专业的师资力量编写图文并茂、通俗易懂,集科学性、实用性、趣味性和操作性于一体的杂草科学防控科普教材,免费发放到每个种植户手中,真正使培训教材成为种植户有用的口袋书。

3.2 技术支撑方面

根据“预防为主、综合防治”的植保方针和“公共植保、绿色植保”的要求,笔者提出了“三要三不要”的杂草绿色防控理念,即:要坚持综合防控,不要过度依赖化学除草剂;要坚持早期防控,不要过度依赖茎叶处理剂;要坚持减量防控,不要过度依赖增加用药量。根据这一理念,针对2022年稻田杂草大发生且散落在田间的杂草种子数量多,有可

能造成第二年稻田杂草发生量大幅上升、危害加重的风险,强烈建议实施以下技术,有效遏制杂草危害上升态势。

3.2.1 普及“养草灭草”农业防控措施

“养草灭草”技术是笔者针对绿肥—水稻、休耕—水稻两种茬口模式而推出的一种农业防控技术,是指利用冬季农田休耕或绿肥茬口,在水稻播种或移栽前的适当时间提早灌水,诱导田间杂草种子萌发出苗,至水稻播种或移栽前夕,利用机械整地耕翻消灭已出苗杂草的一种集土壤耕翻—水管养草—机械灭草的“三位一体”技术措施,具有实施成本低、除草效果好、对环境安全等优点。实施“养草灭草”技术的农田,能有效降低田间杂草发生基数60%~70%,从而减轻水稻种植后稻田化学除草的压力,降低除草剂用量和防除成本。该技术对目前难以通过除草剂防除的杂草稻也有较好的控制效果。

3.2.2 推广“播(插)喷同步”主动除草技术

稻田杂草“播(插)喷同步”防除技术是针对水稻机(穴)直播和机插秧2种机械化种植方式为主而研发的一种农机农艺融合防控杂草新技术。它是在现有的直播机和插秧机上加装喷雾装置,在机(穴)直播或机插秧的同时把除草剂施入田中,将水稻种植与喷施土壤封闭除草剂一次性同步完成,由此实现杂草防控机械化、标准化和精准化,还可以与侧深施肥技术相配套,实现水稻种植、施药和施肥三同步。该技术近年来经大面积示范推广应用,种植户反响良好,值得进一步扩大推广应用规模。

3.2.3 做好“抗性杂草”靶标精准防控

当前,各地稻田均有不少田块的主要优势杂草稗属杂草和千金子种群对常用除草剂二氯喹啉酸、五氟磺草胺和氰氟草酯等产生了不同程度的抗性,而杂草一旦对某一类除草剂产生抗性,盲目依靠提高施药剂量是无济于事的,只会增加防控成本,而且还可能会因使用剂量的盲目增加对水稻造成药害。因此,对抗性杂草的防控必须在摸清抗性靶标和抗性水平的基础上,根据实际情况精准施策。除了上面提及的使用土壤封闭处理除草剂进行预防外,选用苗后茎叶处理除草剂防除杂草时,必须及时换用不同作用机理的除草剂,才能达到有效防控抗药性杂草的目的,保障水稻生长安全。

3.3 组织管理方面

3.3.1 进一步加强需求问题的攻关研究

针对对稻田杂草发生演替趋势的认识及杂草防控上存在的短板和不足,应以需求和问题为导向,进一步加大对杂草科学研究的政策扶持和资金支持力度。应用基础研究方面,组织力量摸清稻田杂草的种类,明确主要优势杂草的发生危害现状及其对产量的影响程度;动态监测优势杂草的抗性、多抗性和交互抗性现状、发展动态和趋势;开展杂草稻、假稻 *Leersia japonica* 等恶性杂草发生消长、传播与环境因子的适应性研究;探索稻田杂草发生预测预报与防除指标等技术研究;评价稻田秸秆长期还田措施对土壤杂草种子库累积和发生危害的影响。应用技术研究方面,重点开展抗药性杂草综合治理技术、恶性杂草及潜在优势杂草防除技术、喷雾助剂与除草剂减量增效使用技术、稻田杂草全程绿色防控技术等方面的研究;系统研究基于农机与农艺融合的机械化、信息化和精准化杂草综合防控技术;尤其要加大养草灭草、生草抑草、膜植控草、机械耘草等非化学防除措施的研究和推广力度,进一步扩大政府对除草剂减量要求和生态保护的引导作用。

3.3.2 进一步加大主推技术的宣传推广

要研究农业主推技术落地的扶持政策和引导宣传,真正发挥主推技术的导向引领作用和对产业发展的科技推动作用。把农业主推技术的推广应用成效作为衡量基层推广部门工作的一项重要内容,改变当前主推技术仅依靠其研发单位单枪匹马推广的现状,营造各部门关爱主推技术、使用主推技术的良好氛围,进一步扩大主推技术的入户率和推广覆盖率。

3.3.3 进一步发挥农药推荐的主导作用

扎扎实实做好农药品种推荐工作,优化推荐流程和评价标准,尤其要重视除草剂产品的评价和推荐,充分发挥行业主管部门对科学用药的导向作用。同时,加大农药市场的执法力度,按照《农药管理条例》的相关规定,对农药经营中无序捆绑式、套餐式销售现象严加监管,保护种植者权益,避免坑农事件发生,确保农作物生产用药安全和除草剂减量使用落实落地。

参考文献

[1] 周文冠,孟永杰,陈锋,等. 除草剂研发及其复混使用的现状

与展望[J]. 草业科学, 2018, 35(1): 93-105.

- [2] 刘泉. 农药减量增效工作瓶颈及对策[J]. 农技服务, 2021, 28(8): 113-115.
- [3] 田志慧,袁国徽,王依明,等. 上海市水稻田杂草种类组成及群落特征[J]. 植物保护, 2018, 44(6): 152-157.
- [4] TIAN Zhihui, SHEN Guohui, YUAN guohui, et al. Effects of *Echinochloa crus-galli* and *Cyperus difformis* on yield and economic thresholds of rice [J/OL]. Journal of Cleaner Production, 2020, 259: 120807. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120807.
- [5] 田志慧,陆俊尧,袁国徽,等. 千金子与异型莎草对直播水稻产量的影响及其生态经济阈值研究[J]. 中国生态农业学报, 2020, 28(3): 328-336.
- [6] 温广月,沈国辉,钱振官,等. 杂草稻对水稻生长及产量的影响[J]. 杂草科学, 2011, 29(2): 51-53.
- [7] 崔亚,顾旭东. 套装农药发展之管见[J]. 安徽农药信息, 2022, 297(11): 16-20.
- [8] 武小智,曾庆四. 湖北省直播稻发展现状、存在问题及应对策略[J]. 农村经济与科技, 2017, 28(23): 154-155.
- [9] 周燕芝,王文霞,陈丽明,等. 直播稻田杂草发生与防除研究进展[J]. 作物杂志, 2019(4): 1-9.
- [10] 黄锦法,俞慧明,陆建贤,等. 稻田免耕直播对土壤肥力性状与水稻生长的影响[J]. 浙江农业科学, 1997(5): 226-228.
- [11] 程来品,曹方元,仇学平,等. 不同除草剂对直播稻田马唐等杂草的防效[J]. 杂草科学, 2013, 31(1): 64-65.
- [12] 周晶,钱扬,谭龙,等. 施用除草剂对水稻直播秧苗素质的影响[J]. 湖南农业科学, 2018(1): 78-80.
- [13] 杨守仁. 水稻超高产育种问题探讨[J]. 中国农学通报, 1990, 6(3): 5-8.
- [14] SANUSAN S, POLTHANEE A, AUDEBERT A, et al. Suppressing weeds in direct-seeded lowland rainfed rice: effect of cutting dates and timing of fertilizer application [J]. Crop Protection, 2010, 29(9): 927-935.
- [15] 吴尚,张纪利,李保同,等. 千金子对水稻生长的影响及其经济阈值[J]. 中国农业科学, 2015, 48(3): 469-478.
- [16] 王强,何锦豪,李妙寿,等. 浙江省水稻田杂草发生种类及危害[J]. 浙江农业学报, 2000(6): 18-25.
- [17] 吴长兴,王强,赵学平,等. 直播稻田千金子发生规律及防除技术研究[J]. 浙江农业学报, 2000, 12(6): 335-337.
- [18] 沈素文,李建伟,邱光,等. 江苏省直播稻田杂草的发生规律与综合防除技术研究[J]. 杂草科学, 2006(2): 18-20.
- [19] 张夕林,张谷丰,孙雪梅,等. 直播稻田杂草发生特点及其综合治理[J]. 南京农业大学学报, 2000, 23(1): 117-118.
- [20] 谢标洪,李能巡,朱文达,等. 26%精恶唑禾草灵·氰氟草酯·五氟磺草胺除水稻直播田杂草的效果及对产量和水肥的影响[J]. 湖北农业科学, 2017, 56(16): 3081-3085.
- [21] 董立尧,高原,房加鹏,等. 我国水稻田杂草抗药性研究进展[J]. 植物保护, 2018, 44(5): 69-76.
- [22] 马国兰,柏连阳,刘都才,等. 我国长江中下游稻区稗草对二氯喹啉酸的抗药性研究[J]. 中国水稻科学, 2013, 27(2): 184-190.

- [23] BURGOS T N R. History and management of herbicide-resistant barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) in Arkansas rice [J]. Weed Technology, 2007, 21(2): 324–331.
- [24] 李拥兵, 黄华枝, 黄炳球, 等. 我国中部和南方稻区稗草对二氯喹啉酸的抗药性研究[J]. 华南农业大学学报, 2002, 23(2): 33–36.
- [25] 吴声敢, 王强, 赵学平, 等. 浙江省稻田稗草对二氯喹啉酸的抗药性[J]. 农药, 2006, 45(12): 859–861.
- [26] 杨浩娜, 王立峰, 郭腊梅, 等. 稻田恶性杂草千金子的抗药性研究进展[J]. 农药学报, 2019, 21(5/6): 772–779.
- [27] 岳茂峰, 冯莉, 田兴山, 等. 不同种类杂草危害对水稻产量影响[J]. 广东农业科学, 2012, 39(13): 98–99.
- [28] 张纪利, 吴尚, 石绪根, 等. 稗草对双季稻生长的影响及其防除经济阈值研究[J]. 草业学报, 2015, 24(8): 44–52.
- [29] 朱文达, 周普国, 何燕红, 等. 千金子对水稻生长和产量性状的影响及其防治经济阈值[J]. 南方农业学报, 2018, 49(5): 863–869.
- [30] 柏亚罗. HPPD 抑制剂类除草剂的产品研发及市场概况[J]. 世界农药, 2021, 43(5): 1–13.
- [31] KOMATSUBARA K I, SEKINO K, YAMADA Y, et al. Discovery and development of a new herbicide, benzobicyclon [J]. Journal of Pesticide Science, 2009, 34(2): 113–114.
- [32] 齐萌, 王亚楠, 康占海, 等. 25% 双环磺草酮悬浮剂防除水稻移栽田杂草的效果与安全性[J]. 杂草科学, 2014, 32(1): 120–123.
- [33] WON O J, SIN H T, ROH S W, et al. Herbicidal efficacy of benzobicyclon up granule formulations in infant seeding machine transplanting of rice [J]. Weed & Turfgrass Science, 2016, 5(4): 225–229.
- [34] 毕亚玲, 戴玲玲, 王曹阳, 等. 双环磺草酮与氯氟吡啶酯复配联合除草活性及对水稻的安全性评价[J]. 农药学报, 2020, 22(1): 68–75.
- [35] 胡尊纪, 吴希宝, 刘世超, 等. 双环磺草酮与五氟磺草胺复配对水稻直播田一年生杂草的防除效果[J]. 农药, 2020, 59(9): 698–702.
- [36] YOUNG M L, NORSWORTHY J K, SCOTT R C, et al. Benzobicyclon as a post-flood option for weedy rice control [J]. Weed Technology, 2018, 32(4): 371–378.
- [37] 王恒智, 王豪, 朱宝林, 等. 水稻田除草剂三唑磺草酮的作用特性[J]. 农药学报, 2020, 22(1): 76–81.
- [38] 董立尧, 沈晋良, 高同春, 等. 水直播稻田千金子的生态经济阈值及其防除临界期[J]. 南京农业大学学报, 2003, 26(3): 41–45.
- [39] 黄福田, 李斌, 王国荣, 等. 3 种除草剂防除小麦田杂草的效果[J]. 浙江农业科学, 2020, 61(3): 403–404.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 5 页)

- [26] PAN Limei, ZHANG Rong, LU Fang, et al. Comparative proteomic analysis of the fungal pathogen *Neoscytalidium dimidiatum* infection in the pitaya [J]. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 2021, 62: 649–659.
- [27] 唐景美, 韦优, 卓福昌, 等. 崇左市火龙果主要病虫害及其防治[J]. 农业研究与应用, 2020, 33(5): 54–57.
- [28] 吴妍, 陈学音. 广东地区火龙果的主要病虫害及防治措施[J]. 农业与技术, 2020, 40(10): 122–124.
- [29] 李润唐, 王静, 刘虹源, 等. 4 个火龙果品种对溃疡病的抗性研究[J]. 中国热带农业, 2017(2): 70–73.
- [30] 卢芳. 火龙果溃疡病抗病性鉴定方法及抗病种质资源筛选研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2016.
- [31] 雷晓所. 火龙果溃疡病的防治[J]. 云南农业, 2021(4): 82.
- [32] 贤小勇, 林珊宇, 朱桂宁, 等. 杀菌剂对火龙果溃疡病的室内毒力和田间防效[J]. 南方农业学报, 2018, 49(7): 1338–1345.
- [33] 林珊宇, 贤小勇, 朱桂宁, 等. 防治火龙果溃疡病的药剂筛选及田间应用[J]. 农药, 2018, 57(12): 921–924.
- [34] 蓝国兵, 何自福, 于琳, 等. 16 种杀菌剂对火龙果褐腐病菌抑菌持效期及田间防效试验[J]. 广东农业科学, 2019, 46(12): 95–101.
- [35] 韦洁玲, 许哲, 李凤芳, 等. 25% 吡唑醚菌酯·毒氟磷悬浮剂对火龙果溃疡病的防治效果研究[J]. 植物医生, 2021, 34(3): 29–35.
- [36] 张耀良, 赵杰, 张顾旭, 等. 臭氧水在火龙果病虫害防治中的应用效果试验[J]. 上海农业科技, 2020(2): 100–103.
- [37] 张振华, 林江, 王文雅, 等. 火龙果溃疡病原菌拮抗菌株的筛选与生物防治效果初探[J]. 河南农业科学, 2019, 48(8): 88–94.
- [38] 陈静, 李少梅, 许小玲, 等. 火龙果溃疡病菌拮抗菌的鉴定和发酵培养基优化[J]. 热带农业科学, 2015, 35(10): 64–68.
- [39] 逢崇洋, 谭志琼, 张荣意. 火龙果茎腐病拮抗菌的筛选和鉴定[J]. 中国南方果树, 2017, 46(3): 76–78.
- [40] WANG Furun, ZHANG Ruining, YUAN Zhouyu, et al. Biological prevention and control of pitaya fruit canker disease using endophytic fungi isolated from papaya [J]. Archives of Microbiology, 2021, 203(7): 4033–4040.
- [41] RATANAPROM S, NAKKANONG K, NUALSRI C, et al. Overcoming encouragement of dragon fruit plant (*Hylocereus undatus*) against stem brown spot disease caused by *Neoscytalidium dimidiatum* using *Bacillus subtilis* combined with sodium bicarbonate [J/OL]. The Plant Pathology Journal, 2021, 37(4): 413. DOI: 10.5423/PPJ.ER.01.2021.0007.
- [42] 李界秋, 李杨秀, 吴凡. 三种诱抗剂诱导火龙果抗溃疡病的试验初报[J]. 中国南方果树, 2017, 46(5): 54–56.

(责任编辑: 杨明丽)