

生态文明背景下农药学科发展及本科生课程思政案例构建

秦得强 吴国星 秦小萍 李迎宾 陈 斌 唐 萍

云南农业大学 云南昆明 650201

摘 要: 农药在提高农作物产量和质量、保障全球粮食安全方面发挥着重要作用。然而,传统农药的广泛使用也带来了环境污染、生态破坏和健康风险等问题。为应对这些挑战,进一步推动农业可持续发展和生态文明建设,实现农药学科的绿色及可持续发展成为必然趋势。此文将从生态文明建设的背景出发,探讨农药学科建设面临的问题和未来发展方向,并构建思政案例,推动农药学科的绿色及可持续发展,进一步为农业可持续发展和生态文明建设奠定基础。

关键词: 生态文明; 农药学科; 可持续发展; 思政案例

农药作为现代农业的重要组成部分,在提高农作物产量、保障全球粮食安全方面发挥着重要的作用^[1]。然而,传统农药的广泛使用也带来了一系列严峻的环境和健康问题,如土壤污染、水体富营养化、生态平衡破坏以及对人类健康的潜在威胁。随着全球生态文明建设的深入推进,如何在保障农业生产的同时实现绿色可持续发展,已成为农药学科面临的重要课题。生态文明强调人与自然的和谐共生,倡导绿色、低碳、循环的发展模式,这与农药学科的未来发展方向高度契合。在此背景下,农药学科亟需转型升级,探索绿色、高效、环保的发展路径,为农业可持续发展和生态文明建设提供科技支撑^[2]。

农药学科的发展历程,是一部人类不断探索与自然和谐共处之道、努力提升农业生产力、同时减少环境代价的历史。从古代使用天然物质防治害虫,到合成化学农药的出现和广泛应用,再到现代生物农药和转基因技术的开发,每一次技术革新都伴随着对环境保护和可持续发展的深入思考。尤其是近年来,随着人们环保意识的增强和科技的进步,绿色农药、精准施用技术、有害生物综合管理等理念和实践逐渐兴起,为农药学科的发展注入了新的活力^[3]。

生态文明建设的推进,为农药学科的发展提供了新的契机和挑战。一方面,生态文明建设要求农药学科在保障粮食安全和农业生产的基础上,更加注重环境保护和生态平衡,推动农药产品的绿色化、低风险化,减少化学农药的使用,发展生物防治、物理防治等非化学防治手段,实现农业的可持续发展^[4]。另一方面,生态文明建设也为农药学科的创新发展提供了广阔的空间,促使科研人员研发

更加高效、环保、安全的农药产品和技术,探索新的病虫害防控模式,加强农药抗性管理,完善农药法规 and 标准,提高公众的环保意识和参与度^[5]。

课程思政是高等教育落实立德树人根本任务的重要途径。在农药学科教学中融入思政案例,不仅能够培养学生的专业素养,还能引导其树立生态文明意识和社会责任感。本文将从生态文明建设的背景出发,探讨农药学科的发展历程、当前面临的矛盾与挑战,并提出未来发展方向。通过构建课程思政案例,探索如何在教学中培养学生的生态文明意识和社会责任感,为农药学科的绿色可持续发展提供理论与实践参考^[6]。

1 农药学科发展对生态文明建设的意义

在全球生态文明建设的背景下,农药学科的发展不仅对农业生产和粮食安全具有重要意义,更在环境保护、生态平衡和可持续发展方面发挥着至关重要的作用。

生态文明是继工业文明之后的一种全文明形态,是人类文明发展到一定阶段的必然产物^[7]。它在追求经济和社会发展的过程中,以保护和改善生态环境为基础,致力于实现可持续发展。社会主义生态文明强调人与自然的和谐共生,倡导绿色、低碳、循环的发展方式,不仅关注经济发展的可持续性,还重视环境保护和社会公平^[8,9]。

党的二十大报告再次指明了生态文明建设的重要意义。大自然是人类赖以生存发展的基本条件。尊重自然、顺应自然、保护自然,是全面建设社会主义现代化国家的内在要求。生态文明建设是中国共产党为人民谋幸福、为民族谋复兴、为世界谋大同的新方向与新作为^[10]。中国式现代

化是体现“绿色”“可持续发展”的现代化,是将生态文明建设融入到全局发展中的现代化^[9,11]。其中,农药学科在保障全球粮食安全、提高农作物产量和质量方面发挥了重要作用。然而,传统农药的使用也带来了环境污染、生态破坏和健康风险等问题。为应对当前环境保护与可持续发展的严峻挑战,农药学科的绿色化及可持续发展转型显得尤为重要,它能够为生态文明建设提供坚实的保障与护航作用^[8,12]。

2 生态文明建设下农药学科的发展史

农药学科的发展历程反映了人类在提升农业生产力的同时,不断面对环境保护、食品安全和生态平衡等挑战,推动着农药技术向着更安全、更有效、更环保的方向发展。农药学科的发展历史可以追溯到古代,当时人们使用天然物质如硫磺、石灰和植物提取物来防治害虫和病害。这些天然物质在农业防治中发挥了重要作用,并且至今仍在某些有机和传统农业中被广泛应用。例如硫磺可以抑制和杀灭真菌,如白粉病和锈病^[13],通过接触作用,硫磺可以杀死一些害虫,尤其是那些通过体表呼吸的昆虫^[14];现代农业中,这些天然物质仍然被应用于有机农业和生态农业中,旨在减少化学农药的使用,保护环境和人类健康。随着科技的发展,越来越多的天然物质被开发和利用,以提供更加安全和环保的农药选择。

19 世纪末和 20 世纪初,合成化学农药开始出现,例如波尔多液和 DDT。这些农药极大地提高了农业生产力,但也带来了环境和健康问题。滴滴涕 (DDT) 是二战后广泛使用的一种强效杀虫剂,对控制疟疾、斑疹伤寒和农作物害虫起到了重要作用。然而,DDT 的广泛使用也引发了严重的环境和生态问题。DDT 是一种持久性有机污染物,难以在自然环境中分解,容易通过食物链在生物体内逐级积累,导致高等级捕食者如猛禽和鱼类体内浓度较高,影响其繁殖和生存^[15]。这些问题的重新审视,推动了生态文明建设的进程,促使人们重新审视农药的使用和管理。

随着有机化学的发展,20 世纪中期涌现出大量高效、广谱的合成农药,如有机磷、氨基甲酸酯和拟除虫菊酯类农药。有机磷农药是 20 世纪中期以来广泛应用的一类化学农药,主要通过抑制昆虫神经系统中的乙酰胆碱酯酶活性来杀灭害虫。一方面,有机磷农药有效控制各种农作物病虫害,保障农产品的产量和质量;另一方面,有机磷农药

使用方便、见效快、价格较低,提高了农业生产效率和农民收入^[16,17]。虽然有机磷农药在农业生产中发挥了重要作用,但其对生态环境和人类健康的负面影响也日益显现。首先,有机磷农药容易残留在土壤和水体中,导致长期的环境污染问题;其次,有机磷农药不仅杀死害虫,还对非目标生物(如益虫、鸟类、鱼类等)产生毒性影响,破坏生态系统平衡^[18]。在生态文明建设背景下,减少有机磷农药的使用、推进绿色和可持续农业发展成为必然趋势。

近年来,生物农药逐渐受到重视,如细菌、真菌、病毒和昆虫激素等,这些农药对环境和非目标生物的影响较小。现阶段,转基因作物的开发,如抗虫棉和抗草甘膦大豆,减少了农药的使用量,但也引发了对生态系统和食品安全的担忧^[19,20]。抗虫棉是一种转基因作物,含有来自苏云金芽孢杆菌 (*Bacillus thuringiensis*, Bt) 的相关基因片段,可以产生对某些害虫具有杀虫作用的蛋白质。其优点为:从防治对象上看,抗虫棉可以有效控制棉铃虫等主要害虫,减少因害虫侵袭造成的作物损失,增加农民收入;从作用效果上看,种植抗虫棉后,农民对化学农药的依赖程度降低,有助于减少农药使用量,降低农药对环境和人类健康的危害,提高农业生产的经济效益^[21-23]。但是任何事物都存在两面性,抗虫棉亦是如此。可能导致抗药性问题:长期单一使用抗虫棉,害虫可能产生抗性,降低抗虫棉的防治效果,进而需要更高剂量或不同类型的农药进行补充防治^[24]。这种转基因技术的应用在农业中虽然具有显著的优势,但在生态文明建设的背景下,其影响也需要全面评估和审视。不仅如此,生态文明建设下农药学科的发展依旧面临着诸多矛盾及问题。

3 生态文明建设下农药学科的发展依旧面临着诸多矛盾

3.1 农药使用与环境和健康安全之间的矛盾

农药的使用在现代农业中具有许多显著的优点,包括病虫害的有效防控,保障农作物的质量及产量,降低生产成本以及增加农民收入等等。但化学农药对环境和健康的潜在威胁仍然存在,农药的广泛使用导致了土壤、水体和空气的污染,对生态系统造成破坏。持久性有机污染物(如 DDT)在环境中长期存在,对野生动物和人类健康构成威胁。长期暴露可能导致神经毒性、致癌性和内分泌干扰等健康问题^[25]。如何开发低毒、环境友好的新型农药,减少对生态系统和人体健康的影响,是农药学科面临的重大挑战^[26]。

3.2 农药使用所带来的抗性问题的

农药抗性的广泛存在和快速发展,给农药的有效使用带来了巨大挑战。目前,多数种植户,长期单一使用、过量使用、不科学使用(如不按推荐剂量和时间间隔施药)一种农药会加速抗性基因的积累和扩散。多年来,我国大多数棉农在棉铃虫防治上仍为一家一户分散操作,不管棉铃虫的防治指标是否达到,也不考虑棉铃虫自然天敌数量的多少,见虫就治,盲目喷药。结果在防治中因施药次数过多,致使防治成本增大,并大量杀伤自然天敌,削弱了自然天敌对棉铃虫的杀伤力,造成防治效果不佳[27,28]。如何揭示抗性机制,开发新的抗性治理技术,是农药学科研究的重要课题。

3.3 农药法规和标准的制定问题

随着全球对环境和健康关注的提高,农药的监管和管理要求日益严格。《斯德哥尔摩公约》、《鹿特丹公约》、《农药管理条例》等条例涵盖农药的研发、生产、销售和使用环节^[29,30],能够确保农药的安全和有效使用。但随着生活水平的逐渐提高,人们对农药要求越来越高,农药法规和标准在制定和实施过程中面临许多问题,这些问题影响了其有效性和可操作性。具体表现为数据质量和数量不足,导致评估结果不准确;各国的农业生产条件、环境要求和法规体系不同,导致国际协调和标准统一存在困难;可操作性差,影响了其执行效果等。这也是导致绿色贸易壁垒的出现主要原因之一。所以,如何制定科学合理的农药法规和标准,加强农药的安全评估和监测,是农药学科面临的重大任务。

3.4 施用技术层面问题

传统农药施用方式常导致浪费和环境污染,高效、灵敏、低成本的农药残留检测技术对于保障食品安全至关重要,也是推动农药学科发展的重要内驱力。主要存在的问题表现在:施用设备和技术落后,不能正确操作和维护施药设备,容易导致农药浪费、防效差以及环境污染等问题^[31,32]。所以,建设社会主义生态文明下的新农药学科至关重要。

4 生态文明建设下的新农药学科发展方向及其课程思政案例构建

针对以上问题,生态文明建设下的新农药学科发展方向及其课程思政案例构建可分为以下几点。

4.1 研发绿色农药,降低环境污染

近年来,生物农药(如微生物农药、植物源农药和昆虫病原体)因其对环境友好、靶标生物特异性强等优点,成为农药学科研究的热点。新的生物农药不断被开发和应用,为绿色农业提供了新的解决方案。

浙江工业大学生物化工团队在面对水稻纹枯病这一严重病害时,不畏艰难,勇于探索。团队曾在全国各地上万份泥土中筛选微生物菌株,历经上万次实验失败后,最终在井冈山革命老区的土壤中找到了防治水稻纹枯病的“药方”——井冈霉素。该团队不仅成功研发了井冈霉素,还将其产业化,大幅提高了生产水平,创造了抗生素行业中单位时间生产量的最高纪录。井冈霉素年防治面积达2亿~3亿亩,每年可挽回稻谷损失数十亿千克,成为当时药效最高、价格最低的农药。研究团队秉持着“为产业服务,为国家做贡献”的理念,亲自带队到浙江桐庐指导生产,帮助井冈霉素找到了第一个“婆家”。他的工作不仅提升了农业生产效率,还保障了国家的粮食安全^[33]。

通过学习浙江工业大学生物化工团队的科研方法和精神,激发学生的科研兴趣,培养学生的科研思维能力和创新能力,提高学生的分析问题和解决问题的能力;通过案例分析,使学生学会如何运用所学知识分析和解决农药使用中的实际问题,提高学生的问题解决能力。增强学生的环保意识和社会责任感;通过案例学习,使学生认识到农药使用不当对生态环境的影响,培养他们的环保意识和社会责任感,引导他们关注社会、关注环境。

未来,绿色农药将成为农药研发的主流方向。研发高效、低毒、环境友好的新型农药,减少对环境 and 人体健康的影响,是农药学科发展的重要目标。

4.2 打造农药精准施用,推动技术创新

通过数据分析和智能控制,实现农药的精准施用,减少用量,提高防治效果。现阶段,信息技术和传感技术的发展推动了智能农药施用技术的应用,如无人机喷洒、智能喷雾器和精准施药系统,这些技术提高了农药施用的效率和准确性,减少了农药的浪费和环境污染。

华南农业大学导向农药研发团队深入研究了如何通过纳米技术和药剂结构修饰,构建靶向传递系统,使农药能够在植物体内或环境中稳定存在,并在需要时释放,提高农药利用率和靶向性。研究团队开发了多种导向农药制剂,

这些制剂在田间试验中表现出优异的防治效果和环境安全性，已经在农业生产中得到推广应用。不仅如此，新疆棉花田中的农药随水施药，可以精准控制农药的施用目标，提高农药的利用率。研究团队积极推动导向农药以及精准施药技术的应用，通过技术培训、示范项目等方式，帮助农民了解和使用这些新型农药，提高农业生产效益[34,35]。

此案例的分享，可进一步激发学生的创新意识和创新思维。引导学生学习科学家的高尚师德和敬业精神，树立崇高的职业追求和无私奉献的精神。通过研发团队在农业害虫防治领域的突出贡献，培养学生的爱国情怀和服务“三农”的意识。

4.3 实行有害生物综合管理，促进生态平衡

有害生物综合管理(Integrated Pest Management, IPM)将成为农药应用的重要策略。通过生物防治、物理防治和化学防治的有机结合，实现病虫害的综合治理，减少对化学农药的依赖。

一个健康的生态系统，可以通过自然虫害控制、授粉和提高土壤肥力来提高作物质量和产量。然而，过量使用农药，会破坏必要的生态系统平衡。蒲蛰龙院士，国际杰出的昆虫学家，我国害虫生物防治奠基人，考虑到化学农药对生态环境的危害，颇具创新性地提出了用害虫天敌防治害虫的“生物防治”理念，首次应用赤眼蜂防治甘蔗螟虫并取得了巨大成功。基本避免化学农药的使用，既保护了农田生态，又能有效防治害虫，使综合防治取得了巨大的成功。受到了国内外学界的高度关注和高度评价，联合国粮农组织有关专家认为，“这是最合理的水稻害虫防治计划”[36-38]。

通过学习有害生物的综合防治，能够让学生意识到农业生产对环境和社会的影响，培养他们的社会责任感和可持续发展的理念。弘扬爱国主义精神，了解我国在有害生物防控方面的历史和成就，增强学生的民族自豪感和爱国热情。培养学生严谨求实的科学态度和勇于探索的创新精神，激发他们在有害生物防控领域的科研兴趣。

4.4 加强农药抗性管理，建立自然保护屏障

农药抗性是农药学科建设面临的重大挑战之一。通过分子生物学和基因组学研究，科学家们揭示了农药抗性的机制，开发了新的抗性管理策略，如抗性基因监测和抗性治理技术。

1997年，我国开始商业化种植转Bt基因抗虫棉花（下称“Bt棉花”），为重大害虫棉铃虫的防治开辟了新的技术途径。Bt棉与化学农药的控害效能一样，棉铃虫也可通过自身遗传变异对Bt棉花产生抗性，使其失去利用价值。中国是产棉大国，必须未雨绸缪，研究建立棉铃虫抗性预防治理技术体系。针对我国等发展中国家小农户生产模式无法采用美国和澳大利亚等国家种植一定比例的非转基因作物保护敏感昆虫种群的抗性治理策略，中国农业科学院的科学家们担当起中国Bt棉花抗性预防治理策略科学研究重任^[39]。

通过科学家的科研成就和职业生涯，引导学生认识到个人发展与国家发展紧密相连，激发其爱国情怀和为国家服务的责任感。强调科研工作者在保障国家粮食安全、生态安全等方面的重要作用，培养学生的国家意识和责任感。分析科学家们在科研工作中表现出的严谨态度和创新精神，引导学生认识到科研工作的严谨性和创新性，培养其在学术研究中保持严谨、追求创新的精神。通过科学家们在农业害虫监测预警与防治技术等方面的研究成果，引导学生了解科技创新在推动农业现代化、保障粮食安全中的重要作用。

4.5 完善农药法规条例，提高公众意识

随着对环境和健康要求的提高，农药的监管和管理将更加严格。完善农药法规和标准，加强农药的风险评估和监测，确保农药的安全使用，是农药学科发展的重要方向。

2023年，工作人员对便利店经营的豇豆进行抽样检验，检验结论为不合格，噻虫胺项目不符合GB 2763-2021《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》要求。当事人销售不合格豇豆的行为违反了《中华人民共和国食品安全法》予以处罚。当事人未建立食品进货查验记录制度的行为违反了《中华人民共和国食品安全法》。

通过案例学习，学生能够理解农药残留问题对公众健康、环境安全和国际贸易的潜在影响。进一步增强专业认同，加深学生对农药分析与残留分析专业的认同感和归属感，理解该专业在社会发展中的重要地位和作用。引导学生树立正确的职业价值观，认识到作为农药分析与残留分析专业人员应有的责任与担当。引导学生关注农药残留分析的前沿技术和发展趋势，提升其专业素养和创新能力。

5 结语

在生态文明建设的背景下, 农药学科的发展不仅保障了粮食安全和农业生产, 更在环境保护、可持续发展、科技创新、人才培养等方面具有重要意义。未来, 农药学科需要不断创新, 提升技术水平, 推动绿色防控技术的应用, 促进农业的绿色发展和生态文明建设。通过综合运用科学技术和措施, 让农药学科在生态文明建设中发挥更大的作用, 为实现可持续农业和美丽中国贡献力量。

参考文献:

- [1] 丁伟, 赵志模, 肖崇刚. 我国农药学科发展的现状、问题和对策 [J]. 高等农业教育 .2003(1):53-56.
- [2] 梁文平, 郑斐能, 王仪, 等. 21 世纪农药发展的趋势: 绿色农药与绿色农药制剂 [J]. 农药, 1999,(9):1-2.
- [3] 王正权, 王大翔. 新世纪的农药发展趋势 [J]. 农药, 1999,(10):9-10,8.
- [4] 袁治理, 叶文武, 侯毅平, 等. 我国绿色农药研究现状及发展建议 [J]. 中国科学: 生命科学, 2023,53(11):1643-1662.
- [5] 李莹. 生态文明型的农业可持续发展路径选择 [J]. 农业与技术, 2018,38(9):2.
- [6] 郭丽娜, 杨良静, 方玉梅. 植物化学保护学课程思政教学改革设计探索 [J]. 安徽农学通报, 2024,30(16):132-134.
- [7] 吴舜泽, 周劲松, 王倩, 等. 国家环境保护规划实施评估与考核关键技术研究 [Z].2014.
- [8] 陈时见, 刘雅琪. 全球生态文明教育研究的主要进展与发展趋势 [J]. 西北师大学报 (社会科学版).2024(5):81-90.
- [9] 杨广云, 徐俊. 中国共产党人关于人与自然和谐共生思想的研究 [J]. 肇庆学院学报 .2024,45(4):1-8.
- [10] 黄梅珍, 贺新春. 习近平人民观的时代价值与世界意义 [J]. 中学政治教学参考 .2020(41):5-7.
- [11] 许文立. 习近平生态文明思想融入《财政学》课程教学改进措施研究 [J]. 湖北经济学院学报 (人文社会科学版).2024,21(7):154-156.
- [12] 巫文香, 陆玉婷, 冯书珍. 基于生态文明思想的药用植物学课程思政探索 [J]. 科教文汇 .2024(13):110-114.
- [13] 李相煌, 李涛, 张曼丽, 等. 42% 寡糖 · 硫磺悬浮剂对西瓜白粉病的田间防效 [J]. 热带农业科学 .2024,44(03):48-52.
- [14] 陈丰喜, 范伟赠, 陈贻松. 卫生用杀虫剂的变迁和发展 [J]. 世界农药 .2016,38(1):32-34.
- [15] 路彩霞, 裴远. 抗战胜利后 DDT 在中国的应用 [J]. 社会科学动态 .2023(10):95-101.
- [16] 徐嘉楠, 田亚雄, 尹杰, 等. 凡纳滨对虾养殖池塘环境中有机磷农药污染特征及溯源分析 [J]. 生态与农村 环境学报 .2024, 40(7):1-6
- [17] 杨恒一, 邓梅, 克丽比努尔 · 艾尼. 我国蔬菜水果有机磷类农药检测标准方法前处理技术发展现状 [J]. 新疆农垦科技, 2024,47(03):55-58.
- [18] 廖蓓玲, 陈鑫梅, 蒙推, 等. 龙江河野生鱼体内四种有机磷农药的健康风险评价 [J]. 广东化工 .2024,51(10):156-158.
- [19] 李正名. 要用科学发展观来推动农药学科的持续进步 [J]. 华中师范大学学报 (自然科学版). 2005(1):49.
- [20] 杨叶, 王兰英, 王萌. 从农药学的发展探讨海南大学农药学科的建设 [J]. 热带农业科学 .2011,31(12):99-102.
- [21] 任振涛. 中国转基因作物产业化进程中的安全评价研究 [D]. 中央民族大学, 2023.
- [22] 王文汇. Bt 玉米与化学杀虫剂协同防治草地贪夜蛾的增效作用 [D]. 中国农业科学院, 2023.
- [23] 王文芸, 黄运新, 万鹏, 等. 草地贪夜蛾对国产 Bt 玉米的抗性风险评估 [J]. 植物保护学报 .2023,50(2):413
- [24] 徐婷婷, 王月琴, 胡飞, 等. 安徽省不同地理种群草地贪夜蛾对 Bt 蛋白的敏感性 [J]. 植物保护学报 .2022, 49(5):1521-1527.
- [25] 杨秀雯, 魏志莹, 易佳佩, 等. 湖北秭归鱼泉洞泉域系统中六六六 (HCHs) 和滴滴涕 (DDTs) 的分布、来源与迁移 [J]. 地质科技通报 .2024,43(3):311-322.
- [26] 张伟莹. 农药与环境 [J]. 农业与技术 .2016,36(8):239.
- [27] 吴志华. 农药抗性 [J]. 湖南农业 .2015(12):15.
- [28] 许国升, 王翠翠, 张贤, 等. 两种不同化学农药抗性背景小菜蛾对 BtCry1Ac 蛋白敏感度的比较 [J]. 中国生物防治学报 . 2017,33(6):726-731.
- [29] 马思羽, 吴小毅. 美国农药法规简介及借鉴意义 [J]. 江苏农村经济 .2013(7):70-71.

- [30] 闫艺舟. 澳大利亚修订农药法规 [J]. 农药科学与管理. 2014, 35(5): 32.
- [31] 单鲁宁, 吕国芳. 模糊控制理论在新型农用施药设备上的应用 [J]. 信息通信. 2012(2): 72-73.
- [32] 张云贵, 颜家均, 周心智, 等. 山地果园肥水药一体化高效灌溉施肥施药设备开发与推广应用 [Z]. 2018.
- [33] 陈秀妙, 鲍健强. 生物农药产业奠基人沈寅初院士科学思想和方法的研究 [J]. 浙江工业大学学报 (社会科学版). 2013, 12(1): 63-68.
- [34] 冯海波. “绿色黄金”的开拓者 [N]. 广东科技报, (2).
- [35] 刘叶. 创新农业科技成果为绿色食品保驾护航 [J]. 广东科技. 2011, 20(23): 31-33.
- [36] 胡念飞, 周蔚华. 蒲蛰龙: 南方一条龙一生以虫治虫 [N]. 南方日报, (4).
- [37] 乐羊羊. 蒲蛰龙: 用害虫的天敌防治害虫 [J]. 学苑创造 (3-6 年级阅读). 2024(6): 10-11.
- [38] 麦淑萍. 蒲蛰龙: 改革开放后首批赴美讲学的科学家 [J]. 世纪. 2023(3): 4-9.
- [39] 吴晶. 转基因技术为保障粮食安全注入新动能 [N]. 中国纪检监察报, (4).
- 作者简介:** 秦得强 (1993—), 男, 汉族, 云南昆明人, 博士研究生, 云南农业大学, 助理研究员, 绿色农药研发与应用。
- 基金项目:** 云南农业大学植物化学保护校级一流课程建设项目 (2022J0023)。