

根茎病害研究通讯

Communications in Plant Root and Stem Diseases Research

(2019 年第 5 期，总第 75 期)

主办：西南大学植物保护学院，重庆烟草科学研究所
主编：丁伟

2019 年 5 月 31 日

工作动态

2019 年国家局绿色防控根茎病害核心示范区前期移栽工作 圆满完成

依托烟草绿色防控重大专项要求，根茎病害项目组今年共设立 10 余个基地，每个基地配备硕士研究生全程驻点，保证核心技术落实到位，项目顺利实施。四川攀枝花、会理、冕宁、泸州、宜宾，重庆彭水、石柱、涪陵，贵州遵义等基地单元，共计建立核心示范区 600 余亩，5 月份核心示范区已全部移栽完毕。

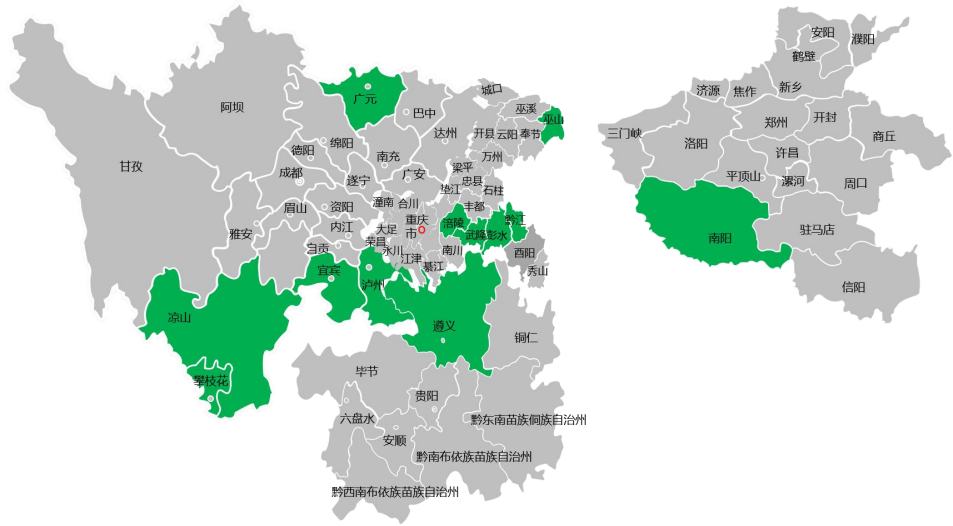


图 1 国家局根茎病害绿色防控靶标示范区分布

基质拌菌技术是控制根茎病害发生的关键手段，核心示范区通过基质拌菌技术将“苗强壮”以 100 g/亩拌入基质，保证培育无病壮苗。针对土壤酸化地区，翻地前配合施用牡蛎壳粉改良酸化土壤，保证土壤酸碱平衡。翻地起高垄、挖深排水沟，移栽前起垄规格垄面宽 30 cm，起高垄，垄高 30-40 cm 或更高，做到垄土细碎、垄面平整，垄体饱满，垄距、垄高、

宽窄一致，起垄过程中增施有机肥，增加土壤有机质含量。移栽时窝施微生物菌剂，增加土壤有益微生物含量。培土是关键，移栽后 15-20 天后扩膜护茎小培土，移栽后 35 天左右，进行中耕大培土。同时在烟草团棵期以后配合中微量元素，施用水杨酸诱导烟草系统抗性，提升烟草自身的抗病性。示范区将每步技术要点都落实到位，保证示范效果。

5 月底，各基地示范区均完成了烟草的移栽工作，烟苗整体长势良好，四川部分地区已进入护茎小培土阶段。



图 2 绿色防控核心示范区全貌（冕宁）



图 3 彭水示范区烟苗移栽



图 4 正安示范区全景

丁伟教授调研四川烟区烟草移栽后烟苗生长情况

四川省会理基地和攀枝花基地 4 月份完成烟草的移栽工作，5 月 1 日-2 日，丁伟教授赶赴四川会理与攀枝花烟草基地单元，调研烟草生长情况。

在会理基地单元，针对烟草根结线虫病，丁伟教授指出，土壤是解决问题的关键，今年要力求探索出土壤调节+生物防控的综合防控技术，把握关键施药时期和施药量，最大限度控制病害的发生；示范区烟草长势良好，烟苗移栽后已经完成定殖，要结合凉山地区区域变化特征，下一步需动员烟农进行护茎小培土，结合苗强壮菌剂进行灌根处理，后期进行抗性诱导，打造明显的示范效果，造福烟农增产增收。

在攀枝花盐边县基地，在烟草黑胫病发生严重的地区，丁伟教授调研了抗烟草黑胫病新

品种的移栽情况。在盐边县示范区，丁伟教授指出要做好烟草黑胫病的防治工作，根茎病害绿色防控示范区要严格按照方案标准、规范操作实施，保证示范效果，以真正的技术措施解决烟草根茎病害问题。



图5 丁伟教授示范护茎小培土



图6 丁伟教授调研攀枝花盐边基地示范区

根茎病害研究项目组成员顺利完成硕士毕业答辩

2019年5月29日，天然产物农药研究室2019届硕士生毕业答辩会在西南大学植物保护学院隆重举行，本次答辩会邀请的答辩委员有：重庆大学金凯教授、重庆大学曹月青教授、西南大学青玲教授、重庆烟草科学研究所高级农艺师汪代斌和杨超以及西南大学张永强副教授、罗金香副教授。参与本次答辩的人员有学术硕士沈桂花、王姣、江其朋、姚晓远、武霖通、郭涛，专业硕士谢会军共7位学生。其中沈桂花、王姣、江其朋、姚晓远、武霖通五位同学均为根茎病害研究项目组成员，为烟草根茎病害的防治做了系统的理论与实践研究。

根茎病害研究项目组成员江其朋探究了烟草根际不同土层细菌种群多样性及其与青枯病发生的关系，沈桂花做了生物熏蒸对烟草连作土壤微生物群落的影响及对青枯病的控制作用的相关研究，王姣研究了烟草根系分泌物草酸影响青枯雷尔氏菌及其与烟草青枯病发生的关系，姚晓远探究了影响烟草根腐病发生的微生态机制及其调控措施，武霖通探究了纳米氧化铜对烟草疫霉菌的致毒机制以及对烟草黑胫病的防治效果。五人通过三年的研究工作，对于烟草根茎病害，无论是从理论研究还是田间防控上均提出了自己相应的建议与防治措施，为指导烟草病害防控的生产实践提供宝贵的应用价值。

各位答辩人在答辩过程中思路清晰，阐述清楚，具备了扎实的专业理论知识，一致通过了毕业论文答辩，授予了相应学位。最后，丁老师指出，希望毕业同学能带着记忆，带着研究室“我是人才我自信”的口号、“特别能吃苦，特别能坚持，特别能创新”的三个精神和“瞄准目标、获取信息、形成方案、精准试验、处理信息、总结提升、科学表达和协调发展”的八个能力，走向生活，走向祖国的四面八方，并在接下来的生活与工作中继续发光发热。



图 7 答辩人与答辩委员（左）以及导师（右）合影

研究进展

不同微生物菌剂对辣椒青枯病控制的效果

辣椒作为重庆地方特色农产品，在农村增收、农民致富中发挥着重要作用。然而在辣椒的生产中，辣椒青枯病的发生，为辣椒的产量造成的严重的威胁。辣椒根际微生态失衡是造成行业特色逐渐缺失、土壤问题严重，致使辣椒青枯病逐年发生并加重，严重影响其品质、质量、特色的主要原因。本试验主要筛选对重庆辣椒产业发展起土壤保育作用、调控根际微生态平衡，并能有效控制根茎病害发生的相关微生物制剂或者产品。本研究以“石辣一号”为材料，选用 HYT®™ A 沃益多、哈茨木霉、枯草芽孢杆菌、甲基营养性芽孢杆菌和多黏芽孢杆菌，并以农药复配剂（20%噻菌铜+80%烯酰吗啉）为对照药剂进行田间小区试验，在辣椒青枯病发病前期进行每亩 100 g 灌根处理，研究其对辣椒生长和辣椒青枯病发生的影响。

通过施用不同有益微生物菌剂，对不同处理辣椒结果期农艺性状进行调查，结果表明：HYT®™ A 和哈茨木霉处理对辣椒的株高、株幅具有一定的促进作用，相较于对照处理，HYT®™ A 处理对株高和株幅提高了 7.72 cm 和 3.34 cm（表 1）。同时，在对青枯病的防治方面，对照组青枯病发病率为 23.89%，病情指数为 10.31，不同药剂处理后辣椒青枯病发病率 and 病情指数均低于对照。其中，HYT®™ A 处理对辣椒青枯病防控效果最佳，其发病率为 14.44%，病情指数为 5.80，防效达 43.71%；哈茨木霉处理、农药复配剂（20%噻菌铜+80%烯酰吗啉）、枯草芽孢杆菌、甲基营养性芽孢杆菌和多黏芽孢杆菌对辣椒青枯病的防效分别为：42.51%、28.14%、27.54%、21.56%和 16.17%（图 8）。后期对辣椒产量进行调查发现，各处理均能对辣椒的产量起到增产作用，而 HYT®™ A 处理对辣椒的增产作用最为明显，其产量达到了 14.45kg，其增产率达到了 24.67%（表 2）。总体来说，通过添加根际有益微生物菌剂，尤其是 HYT®™ A 沃益多处理，通过增加土壤有益微生物含量，促进辣椒生长，可有效抑制病原物的生长和降低辣椒青枯病的发生，并能明显的增强辣椒产量，为农民的丰产增收提供一定的技术指导作用。

表 1 不同微生物菌剂处理的农艺性状			
处理	株高/cm	株幅/cm	单株挂果数/个
HYT®™ A	121.39±6.15a	67.67±1.45ab	59±8a
枯草芽孢杆菌	109.83±8.24a	54.33±4.33bc	54±4a
多黏芽孢杆菌	100.67±5.78a	51.33±0.67c	45 ±17a
甲基营养性芽孢杆菌	113.67±9.96a	63.33±9.67abc	43±5a
哈茨木霉	123.33±6.39a	72.33±3.18a	44±10a
20%噻菌铜+80%烯酰吗啉	123.00±6.43a	67.33±2.33abc	58±10a
CK	113.67±3.28a	64.33±3.38abc	34±1a

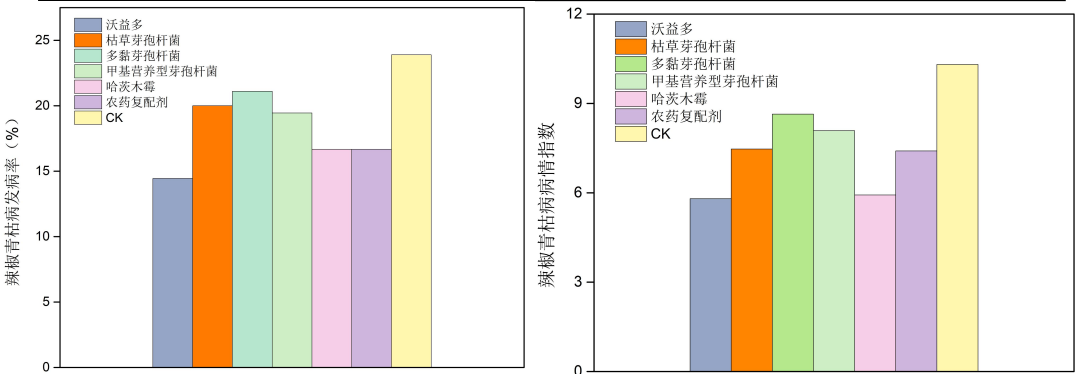


图 8 不同处理辣椒青枯病的发生情况（左：发病率；右：病情指数）

表 2 辣椒产量信息及增产率		
处理	小区产量/kg	增产率（%）
HYT®™ A	14.45a	24.67
枯草芽孢杆菌	14.26ab	23.03
多黏芽孢杆菌	12.75ab	9.98
甲基营养性芽孢杆菌	13.49ab	16.36
哈茨木霉	14.30ab	23.38
20%噻菌铜+80%烯酰吗啉	12.21ab	5.32
CK	11.59b	-

（刘烈花 供稿）

不同微生物基质拌菌对烟草青枯病的防治效果

烟草青枯病是一种土传性细菌病害，给烟草种植业带来严峻挑战，由于土传性病害其独特的性质，一般防治措施并不能取得很好的效果。随着人们对微生物组学研究的不断深入，使用有益微生物防治烟草青枯病成为研究的热点。目前研究证明：体外具有较好拮抗作用的微生物在大田试验中的效果往往不是很理想，微生物抑制病害的能力与体外抗菌活性不一定成正相关关系，它与拮抗菌的竞争定殖能力和在根际的存活数量有关。并且现有的微生物在农业生产中应用的瓶颈是微生物田间防治病害的防效不稳定，缺乏在田间适用性强的菌株和

方便有效的使用方法。研究证明在土壤中加入营养物质（有机肥、牛屎粪等），可以促进微生物在植物根部的定殖。因此我们结合烟草漂浮育苗的特点，在育苗基质中加入农业上常用的有益微生物（多粘类芽孢杆菌、荧光假单胞菌、枯草芽孢杆菌和解淀粉芽孢杆菌），试验浓度为 10^9 cfu/g 干基质，研究有益微生物对烟草生长及其青枯病的防治效果。

在温室培养 40 d 后，测定烟草的发芽率、株高、最大根长等生理生化指标，同时给每株烟株根灌 15 mL 10^7 cfu/mL 的青枯雷尔氏菌，放在温室内继续培养，观察并记录烟草青枯病发生情况。

从表 1 可知：在基质中加入浓度 109 cfu/g 干基质的多粘类芽孢杆菌、荧光假单胞菌、枯草芽孢杆菌和解淀粉芽孢杆菌的烟草处理组生长略优于对照组，但是无显著性差异。从图 1 可知：施用不同微生物菌剂处理对室内烟草青枯病具有一定控制作用，其中多粘类芽孢杆菌效果最佳，枯草芽孢杆菌其次。在接菌 20 天时，对照组青枯病发病最严重，病情指数为 100，不同微生物菌剂处理组病情指数均显著低于对照组，其中多粘类芽孢杆菌处理组病情指数最低为 82.2，说明施用不同微生物菌剂可以有效延迟烟草青枯病的发病程度。

表 1 不同微生物菌剂处理对烟草生长的影响

处理	发芽率(%)	株高（cm）	最大根长（cm）	最大叶长（cm）	最大叶宽（cm）
CK	99.17%±0.0083Aa	3.8000±0.3055Aa	5.9000±0.3055Aa	10.0667±0.1856Aa	6.4000±0.6110Aa
多粘类芽孢杆菌	96.11%±0.0073Aa	4.3000±0.1000Aa	6.3000±0.1000Aa	10.3000±0.3464Aa	6.6000±0.0577Aa
荧光假单胞菌	99.31%±0.0069Aa	4.3000±0.1000Aa	6.2000±0.0001Aa	10.3667±0.0882Aa	6.5667±0.1202Aa
枯草芽孢杆菌	96.94%±0.056Aa	4.2667±0.1333Aa	6.1000±0.2082Aa	9.6333±0.2728Aa	6.4333±0.2603Aa
解淀粉芽孢杆菌	97.64%±0.0145Aa	3.9567±0.0722Aa	6.1667±0.1202Aa	9.9333±0.2963Aa	6.3333±0.2906Aa

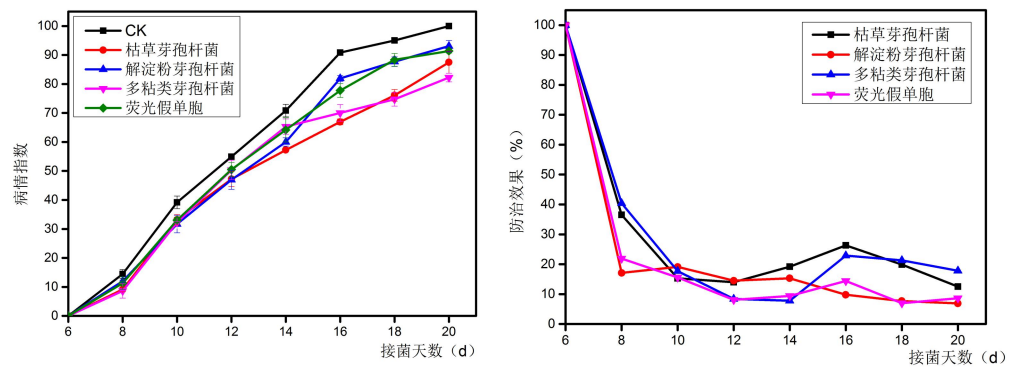


图 9 不同微生物菌剂处理对烟草青枯病的室内控制效果

（杨会款 供稿）

矿质营养元素与植物病害发生的关系

营养元素是植物正常生长发育所必需的，主要包括大量元素氮、磷、钾，中量元素钙、镁、硫和微量元素铁、锰、铜、锌、硼、钼、氯等，矿质元素硅虽不是植物所必需的营养元素，但作为有益元素在影响植物抗病性上已得到广泛的认可。营养元素对病原菌的侵染、增殖以及寄主植物的感病和抗病反应都有直接或间接的影响。在病原物侵染期间，大部分病原菌不能利用寄主质外体中的可溶性同化物（氨基酸、糖等），只有极少数的病原菌能在细胞内能直接利用共质体中的同化物，可溶性同化物的浓度决定了病原菌侵入后的增殖速度，而这些同化物的种类、浓度与寄主植物的营养状况存在密切的联系。矿质营养元素影响植物营养病害发生的机理主要有：①影响植物健康，改变植物自身抗病性；②影响植物的物理屏障；③影响植物内源激素代谢，调节抗氧化系统，诱导系统抗性；④影响植物活性氧代谢，刺激过敏反应；⑤刺激植物产生抑菌性物质，影响病原菌生长；⑥直接作用于病原菌，影响病原菌生长。

氮素可导致植物细胞壁厚度和强度降低，植物体内游离的氨基酸总量提高，使病原菌偏爱的氮源如天冬氨酸、谷氨酸及其酰胺的含量大大增加，诱导病原菌孢子的萌发；同时，氮素还可以降低酚类代谢酶的活性使酚类以及木质素含量降低，从而使植物对病原菌入侵的机械阻碍减弱，致使植株的感病率提高。磷是细胞核的重要组分，可促进植株体内糖和蛋白质的正常代谢，刺激根系生长，在缓解根部病害的发生中发挥着重要的作用。钾素能够促进植物蛋白质、木质素、纤维素、果胶和淀粉的合成，提高光合作用，增加细胞壁厚度以及木质化程度，增强植物的机械强度，提升植物的物理屏障；加速伤口愈合，降低病原菌侵染概率，有效减轻由细菌、真菌和病毒引起的多种病害的发生^[1]。

钙是影响植物病害发生的一个重要元素，对它的研究相对较多，总结起来钙影响植物病害发生的机理可总结为：①参与植物组织结构的形成，可显著提高细胞壁和细胞膜的稳定性，减少病原物的侵染；②许多病原物可通过产生溶解胞间层的多聚半乳糖醛酸酶等胞外果胶酶来侵染植物组织，钙能有效抑制这种酶的活性，从而降低病原物的侵染，增加植物的抗病力；③钙营养能调节植物的抗氧化系统，提高植物体内超氧化物歧化酶、过氧化氢酶等多种酶的活性；④诱导植物的系统抗性，对植物的水杨酸和茉莉酸途径有协同作用，从而间接增加植物的抗病性；⑤钙能诱导植物产生过敏反应，从而抑制病斑的扩展，减轻病害的发生程度；⑥钙能够直接抑制病原菌的生长、真菌孢子和孢子囊的萌发以及芽管伸长等^[2-3]。

镁元素和硫元素与病害发生的研究相对钙元素较少，两者作为植物所必需的营养元素，在调节植物健康，提高植物抗病性上同样发挥着重要的作用。硫元素参与植物氨基酸和蛋白质的合成，是许多酶、辅酶和硫胺类等物质的重要组分，与营养病害的发生存在着密切的关

系。①当植物缺硫时，还原糖含量减少，碳水化合物含量增加，植物体内的柠檬酸代谢途径受阻，植株体内蛋白质含量下降，影响植物的正常发育，使自身抗病性下降；②其中某些含硫蛋白质是病原体水解酶抑制剂，能够抑制病原物的扩展^[4]。

硼元素是保证植物碳水化合物的合成和运输、核酸代谢和蛋白质合成、生物膜的完整性和功能以及细胞壁合成和结构稳定的重要元素。硼元素抑制病害的发生，一方面是硼以多种方式直接或间接的提高植物的抗病性：①参与植物细胞壁和生物膜的形成，增强植物细胞稳定性和抗病性^[5]；②诱导植物产生系统获得性抗性（SAR）^[6]；③适宜浓度的硼可以诱导植物产生适量的酚类和过氧化物，减轻病害症状^[7]。另一方面，硼元素可以直接抑制病原菌的生长：①破坏病原菌的菌丝结构，抑制病原菌的菌丝生长^[8]；②破坏病原菌活性氧代谢系统，加快膜脂的过氧化作用^[9]。

微量元素铁、锰、铜、锌等多种酶的组成成分，这些元素的变化通过影响多种酶系的活性，进而影响病害的发生。通过改变铁含量可以影响植物体内 IAA 氧化酶和酚酶的活性，调控木质素、生长素和类生长素的含量，从而影响植物的抗病性。锰元素影响植物病害发生存在浓度效应，适量的锰可促进孢子萌发，加重病害的发生，同时从营养角度出发，植物缺锰也会导致病害的发生；但当其含量达到一定浓度时，就会破坏病原菌的生理功能，减弱病害的发生^[10]。微量元素 Cu 是酚酶的组成成分，可直接参与植物体内酚类物质的代谢，影响植物植保素(phytoalexins)的合成，对植物抵抗真菌的侵染、孢子的萌发和生长产生影响^[11]。郑世燕等^[12]研究发现，0.2%的钼可以提高烟草体内可溶性蛋白的含量，提高过氧化物酶、过氧化氢酶、超氧化物歧化酶、多酚氧化酶以及苯丙氨酸解氨酶等防御酶的活性，降低丙二醛的积累，以有效延缓、减轻烟草青枯病的发生与危害。

硅作为一种有益元素，其影响植物病害的发生的机理可总结为以下 4 点：①硅在植物叶表面形成硅酸盐晶体沉积，通过增强物理屏障的作用有效阻碍病原菌的侵染；②改变细胞壁组织结构，增强细胞壁的机械强度，有效阻碍病原物的扩展；③硅促进酚类物质和木质素的积累，提高植物的抗病性；④直接抑制孢子的萌发与菌丝的生长^[13-15]。

综上所述，利用平衡营养元素防治植物病害的发生，要注意以下几点：①针对不同的作物，不同生长环境选择不同种类和形态的元素；②选择合适的施用时间，不同作物对营养元素的吸收规律不同，在合适的时间施用，才能发挥其最大的功效；③确定合适的施用剂量，根据不同元素的作用机理，作物的需求含量进行施用，以免施用过量产生负效应。

参考文献

- [1] 王玉祥. 矿质营养与植物病害的关系研究[J]. 农业灾害研究, 2012, 2(6):25-27.
- [2] 慕康国, 赵秀琴, 李健强, 等. 矿质营养与植物病害关系研究进展[J]. 中国农业大学学报, 2000, 5(1):84-90.
- [3] 王芳, 李振轮, 陈艳丽, 等. 钙抑制植物病害作用及机制的研究进展[J]. 生物技术通报, 2017(2).

- [4] 王梅, 尹显慧, 龙友华, 等. 硫素营养与植物病害关系研究进展[J]. 山地农业生物学报, 2015(5).
- [5] Xuan H , Streif J , Bangerth F . EFFECT OF BORON APPLICATIONS ON PHYSIOLOGICAL DISORDERS IN 'CONFERENCE' PEARS DURING CA-STORAGE[J]. Acta Horticulturae, 2001(553): 249-253.
- [6] Frenkel O , Yermiyahu U , Forbes G A , et al. Restriction of potato and tomato late blight development by sub-phytotoxic concentrations of boron[J]. Plant Pathology (Oxford), 2010, 59(4): 626-633.
- [7] Juan J. Camacho-Cristóbal, Jesús Rexach, Agustín González-Fontes. Boron in Plants: Deficiency and Toxicity[J]. Journal of Integrative Plant Biology, 2008, 50(10): 1247-1255.
- [8] Li Y , Yang Z , Bi Y , et al. Antifungal effect of borates against *Fusarium sulphureum* on potato tubers and its possible mechanisms of action[J]. Postharvest Biology & Technology, 2012, 74(6): 55-61.
- [9] 黄芳, 王建明, 徐玉梅. 硼抑制灰霉病菌孢子萌发机制的初步研究[J]. 植物病理学报, 2008, 38(4): 370-376.
- [10] 王玉祥. 矿质营养与植物病害的关系研究[J]. 农业灾害研究, 2012, 2(6):25-27.
- [11] 袁瑛. 矿质营养与植物病害关系研究进展[J]. 邵阳师范学报. 2003, 2(2):136-139.
- [12] 郑世燕. 矿质营养 Mo 对烟草抗青枯病的影响及生理生化机理[D]. 西南大学, 2014.
- [13] 冯东昕, 李宝栋. 可溶性硅在植物抵御病害中的作用[J]. 植物病理学报, 1998, 28(4): 293- 297.
- [14] 尹立红, 马志卿, 陈安良, 等. 矿质元素与植物抗病虫草害关系研究进展[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2003, 31(z1): 157-161.
- [15] Diogo R V C, Wydra K. Silicon-induced basal resistance in tomato against *Ralstonia solanacearum* is related to modification of pectic cell wall polysaccharide structure [J]. Physiological and molecular plant pathology, 2007(70): 120-129.

(引自植物医生《植物医学新概念——营养病害》)