

钾素对番茄青枯病抗性的影响及机理研究

何昕¹, 蒋佳峰^{1,2*}, 董元华¹

(1. 中国科学院南京土壤研究所, 土壤与农业可持续发展国家重点实验室, 江苏南京 210008; 2. 江苏省中国科学院植物研究所, 江苏南京 210014)

摘要 [目的]探究钾素对番茄青枯病抗性的影响。[方法]通过水培试验研究4个不同浓度钾素对番茄生长和养分吸收的影响,并在接种青枯菌后,统计不同处理青枯病的发病情况,分析番茄叶片 H_2O_2 浓度、过氧化物酶(POD)和多酚氧化酶(PPO)活性变化。[结果]提高钾营养浓度能够减轻番茄青枯病发病情况,钾素能够促进番茄的生长及对钾的吸收利用,在接种青枯菌后,钾素还能促进番茄叶片 H_2O_2 的合成,并提高叶片POD和PPO活性。[结论]钾素营养能够降低番茄青枯病的发生,钾素营养通过促进番茄的生长、钾素的吸收及生理抗性酶活性进而增强了对番茄青枯病的抗性。

关键词 钾;番茄青枯病;抗性

中图分类号 S436.412.1*5 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)36-0154-03

Effect of Potassium on Tomato Bacterial Wilt Resistance and Its Mechanism

HE Xin¹, JIANG Jia-feng^{1,2*}, DONG Yuan-hua¹ (1. State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing, Jiangsu 210008; 2. Institute of Botany, Jiangsu Province and Chinese Academy of Sciences, Nanjing, Jiangsu 210014)

Abstract [Objective] The aim was to study effect of potassium on tomato bacterial wilt resistance. [Method] Hydroponic experiment was carried out with 4 different gradients of potassium nutrition. Effect of potassium on the growth and nutrient absorption of tomato was studied, and after inoculation with *Ralstonia solanacearum*, incidence of bacterial wilt, H_2O_2 concentration, POD and PPO activities in tomato leaves were analyzed. [Result] Results showed that increased potassium concentration could reduce the incidence of tomato bacterial wilt. Potassium nutrition could promote tomato growth and absorption and of potassium. At the same time, after inoculation with *Ralstonia solanacearum*, potassium could also promote the synthesis of H_2O_2 and accumulation of POD and PPO in tomato leaves. [Conclusion] Potassium could reduce the occurrence of tomato bacterial wilt by promoting tomato growth, potassium absorption and physiological resistance enzyme activity.

Key words Potassium; Tomato bacterial wilt; Resistance

番茄青枯病是一种由青枯劳尔氏菌(*Ralstonia solanacearum*)引起的毁灭性土传病害,发病植物茎叶萎蔫下垂直至全部枯死,是世界上危害大、分布广、造成损失严重的植物病害之一。番茄青枯病的防治方法主要有4种,即抗性品种的选育^[1]、农业措施^[2]、化学防治^[3]和生物防治^[4]。虽然这些方法能够在一定程度上控制番茄青枯病的发生,但是目前还没有完全有效的方法来防治番茄青枯病,同时化学农药等的使用也引起了巨大的环境风险。由于番茄青枯病的严重性及现有防治方法的局限性,研究有效绿色的防治方法来控制番茄青枯病具有重要意义。

矿质营养不仅影响植物的正常生长发育,而且还以多种方式直接或间接地影响植物的感病和抗病性^[5]。钾素不仅是植物品质重要影响元素,而且在植物抗病性方面起着重要作用,比如钾素营养能够帮助知足组织形成坚韧的角质层,促进木质化和硅质化,使茎干变硬变厚等。钾离子还在调节植物气孔关闭中起着重要作用。另外,钾素还与植物生长气孔的调节有关。宋美珍等^[6]研究发现施用钾素能够降低棉花枯萎病的发病率和病情指数,施用钾肥还能抑制油菜黑斑病菌孢子的萌发,减少产孢子,从而减轻病害的发生^[7],表明钾素营养的改善有利于提高寄主植物的抗病性。然而,关于钾素对番茄青枯病抗性的研究还较少。笔者通过研究不

同钾素营养浓度对番茄青枯病发病情况的影响,并结合钾素对番茄生长、养分吸收,以及接种青枯菌后其生理 H_2O_2 的合成积累和抗性相关过氧化物酶(POD)、多酚氧化酶(PPO)活性的影响,探讨了钾素对番茄抗性的影响,并初步揭示了其调控机理。

1 材料与方法**1.1 材料** 番茄品种为上海906(青枯病易感品种)。**1.2 方法**

1.2.1 盆栽试验。番茄种子播种在蛭石和珍珠岩体积比1:1的混合基质中,播种后每7 d浇2次Hogland营养液,当幼苗长至5~6叶时,将幼苗取出,洗净根系后移栽到3 L塑料盆中,每盆1株,进行水培培养。设置以下不同钾浓度处理: T_1 (0.5 mmol/L)、 T_2 (2.0 mmol/L)和CK(6.0 mmol/L, Hogland营养液钾浓度)和 T_3 (18.0 mmol/L)。其余营养元素保持与Hoagland营养液一致,营养pH调至6.0,每7 d更换2次营养液,每个处理设置24盆平行。

1.2.2 植株生长和养分分析。植株水培30 d后,每处理随机挑选3株植物,用精度为0.1 cm的卷尺测量其高度,精度为0.1 cm的游标卡尺测量其茎粗,植株烘干后测量其干重,植株氮、磷和钾含量测定参考鲁如坤^[8]的方法。

1.2.3 青枯菌接种。挑取清水悬浮保存的强致病青枯菌在YGPA固体培养基划线培养,28℃培养48 h,挑取平板上的单菌落接种到YGPA液体培养基上,28℃振荡培养48 h,菌液经显微镜直接计数后稀释至 1×10^8 cfu/mL,番茄幼苗水培30 d后,用浸根法接种青枯菌。

1.2.4 病情指数统计。接种青枯菌后,每隔1 d中午以株为

基金项目 土壤与农业可持续发展国家重点实验室开放基金项目(Y20160029)。

作者简介 何昕(1990—),女,江苏淮安人,硕士研究生,研究方向:土壤生态学。*通讯作者,助理研究员,博士,从事土壤生态学研究。

收稿日期 2017-08-23

单位调查统计番茄植株的发病情况,统计 14 d,根据植株发病情况计算病情指数,病情分级标准采用 5 级标准法^[9]。

1.2.5 植株理化分析。每处理随机挑选 6 株植物,在接种青枯菌 6 h 后,采集叶片样品测定 H_2O_2 含量,在接种青枯菌 24 h 后,采集叶片样品测定其 POD 和 PPO 活性^[10]。

1.2.6 数据分析。使用 Microsoft Excel 2010 软件进行数据分析,采用 SPSS 18.0 软件对数据进行显著性分析,采用 Origin 8.0 软件进行数据作图。

2 结果与分析

2.1 钾素对番茄青枯病发生的影响 在接种青枯菌 4 d 后,各处理植株开始出现青枯病现象(图 1), T_1 处理病情发生最严重,病情指数达 100,随着营养液钾浓度的升高,各处理病情指数显著下降,正常钾浓度 CK 处理病情指数为 70.6,显著低于低钾的 T_1 和 T_2 处理,高钾 T_3 处理病情指数为 53.1,显著低于 CK。

该研究发现正常钾浓度处理病情指数比极低钾浓度处理下降了 29.4%,杨尚东等^[11]研究发现番茄青枯病罹病植株根际土壤速效钾含量显著低于健康植株,表明提高钾素营养能够降低番茄青枯病的发生。李莫然等^[12]研究发现增加钾肥的使用量可以减轻玉米青枯病发生率 25.6%~44.5%。该研究发现进一步提高钾素浓度,高钾处理病情指数比 CK 处理进一步下降了 24.78%,表明钾素营养能够降低番茄青枯病的发生情况。

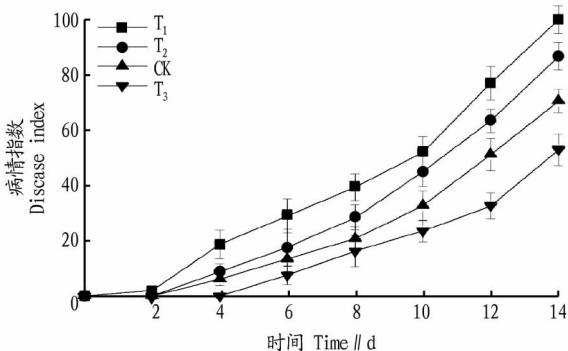


图 1 不同钾浓度对番茄青枯病病情指数的影响

Fig. 1 Effect of different concentrations of potassium on the disease index of tomato bacterial wilt

2.2 钾素对番茄生长的影响 CK 处理中番茄株高为 59.28 cm(表 1), T_1 和 T_2 植株株高分别为 46.32 和 53.46 cm,显著低于 CK,高钾 T_3 处理株高为 62.83 cm,显著高于 CK。在茎粗方面, T_1 、 T_2 和 CK 处理无显著差异,而高钾处理茎粗为 4.38 cm,显著高于 CK。CK 处理番茄生物量为 4.63 g, T_1 和 T_2 植株生物量分别为 3.15 和 4.21 g,显著低于 CK,而高钾 T_3 处理生物量为 5.36 g,比对照 CK 显著增加了 16.77%。

植物生长的健壮情况会影响其抗病性,饶贵珍等^[13]研究发现通过整枝方法可以促进番茄的生长发育进而提高其抗病性。该研究发现钾素能够显著促进番茄的生长,显著提高其株高和生物量的积累,提高番茄植株的健壮性从而提高其对青枯病的抗性。

表 1 不同钾浓度对番茄生长的影响

Table 1 Effect of different concentrations of potassium on the growth of tomato

| 处理 Treatments | 株高 Plant height cm | 茎粗 Stem diameter cm | 生物量 Biomass g |
|---------------|--------------------|---------------------|---------------|
| T_1 | 46.32 ± 1.93 a | 3.01 ± 0.15 a | 3.15 ± 0.29 a |
| T_2 | 53.46 ± 1.24 b | 3.15 ± 0.21 a | 4.21 ± 0.34 b |
| CK | 59.28 ± 1.67 c | 3.40 ± 0.12 a | 4.63 ± 0.21 b |
| T_3 | 62.83 ± 2.17 c | 4.38 ± 0.16 b | 5.36 ± 0.12 c |

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters at the same column indicated significant differences at 0.05 level among treatments

2.3 钾素对番茄养分吸收的影响 不同钾浓度处理对番茄氮素和磷素吸收无显著影响(表 2),而显著影响番茄对钾素的吸收利用,低钾 T_1 和 T_2 处理中植株钾素含量分别为 21.05 和 26.84 g/kg,分别比对照(37.59 g/kg)显著降低了 44.00% 和 28.60%,而高钾处理植株钾素含量为 43.62 g/kg,比 CK 显著提高了 16.04%。

养分不仅是植物正常生长的基础,而且对植物病害抗性有着极其重要的影响,钾能够提高植物组织的含糖量,进而提高植物的抗病性^[14]。董民等^[15]研究发现施用钾素能够促进桃对钾素的吸收并促进其对褐腐病的抗病性。该研究发现钾素营养对番茄氮素和磷素的吸收无显著影响,但是能够显著促进番茄钾的吸收,表明提高钾素营养可促进番茄钾素的吸收利用,进而提高了其对青枯病的抗性。

表 2 不同钾浓度对番茄盐分吸收的影响

Table 2 Effect of different concentrations of potassium on the salt absorption of tomato g/kg

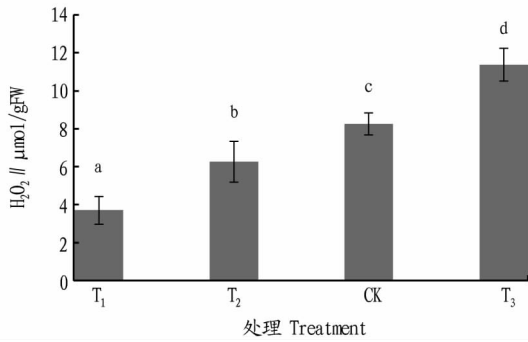
| 处理 Treatments | N 含量 N content | P 含量 P content | K 含量 K content |
|---------------|----------------|----------------|----------------|
| T_1 | 29.31 ± 1.53 a | 7.69 ± 0.69 a | 21.05 ± 1.09 a |
| T_2 | 30.25 ± 1.06 a | 8.06 ± 0.86 a | 26.84 ± 1.95 b |
| CK | 32.56 ± 0.98 a | 8.23 ± 0.49 a | 37.59 ± 1.35 c |
| T_3 | 34.29 ± 1.23 a | 8.59 ± 0.85 a | 43.62 ± 1.53 d |

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters at the same column indicated significant differences at 0.05 level among treatments

2.4 钾素对番茄叶片 H_2O_2 浓度的影响 接种青枯菌后,不同钾浓度处理番茄叶片中 H_2O_2 活性差异显著(图 2),CK 处理中番茄叶片 H_2O_2 浓度为 8.23 $\mu\text{mol/gFW}$,低钾处理 T_1 番茄叶片 H_2O_2 浓度最低为 3.68 $\mu\text{mol/gFW}$,显著低于其他处理,低钾 T_2 中 H_2O_2 浓度未 6.25 $\mu\text{mol/gFW}$,比对照低了 24.06%,而高钾 T_3 处理中 H_2O_2 浓度最高为 11.35 $\mu\text{mol/gFW}$,比对照显著高了 37.91%。

H_2O_2 是植物抗病系统中最重要的一类活性氧物质,在植物抗病性方面起着重要作用^[16]。植物在遭遇病原菌感染的最早期会大量合成 H_2O_2 ,造成植物组织局部坏死从而阻止病原菌的入侵^[17]。该研究发现在接种病原菌之后,番茄叶片 H_2O_2 浓度显著升高,并且随着处理中钾浓度的提高,番茄叶片中 H_2O_2 浓度显著增加,表明钾营养可能通过促进番茄叶片 H_2O_2 的合成来提高番茄对青枯病的抗性。



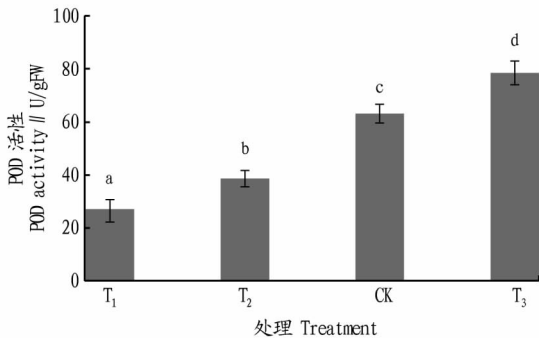
注:柱上不同字母表示处理间在0.05水平差异显著

Note: Different lowercase letters indicated significant differences at 0.05 level among treatments

图2 不同钾浓度对番茄叶片 H₂O₂ 浓度的影响

Fig.2 Effect of different concentrations of potassium on H₂O₂ concentration of tomato leaves

2.5 钾素对番茄生理抗性酶活性的影响 接种青枯菌后,不同钾浓度处理番茄叶片中 POD 活性差异显著(图3),对照处理番茄叶片 POD 活性为 62.58 U/gFW,低钾处理 T₁ 番茄叶片 POD 活性最低为 26.94 U/gFW,显著低于其他处理,低钾 T₂ 中 POD 活性(38.42 U/gFW),比对照低 38.61%,而高钾 T₃ 处理中 POD 活性最高为 78.36 U/gFW,比对照显著高出 25.21%。



注:柱上不同字母表示处理间在0.05水平差异显著

Note: Different lowercase letters indicated significant differences at 0.05 level among treatments

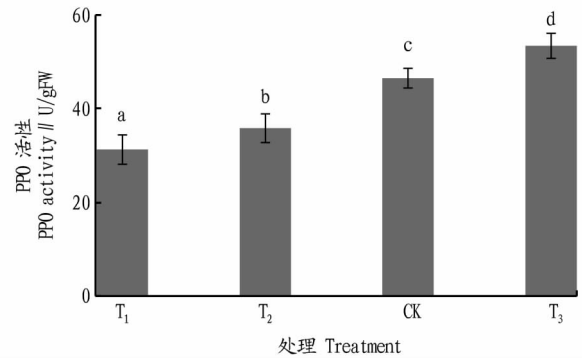
图3 不同钾浓度对番茄叶片 POD 活性的影响

Fig.3 Effect of different concentrations of potassium on POD activity of tomato leaves

同样,不同钾浓度处理番茄叶片中 PPO 活性差异显著(图4),对照处理番茄叶片 PPO 活性为 46.35 U/gFW,高钾 T₃ 处理中 PPO 活性最高为 53.16 U/gFW,比对照显著高出 14.69%,低钾 T₂ 中 POD 活性为 35.68 U/gFW,比对照低 23.02%,而低钾处理 T₁ 中 PPO 活性最低,为 31.26 U/gFW,显著低于其他处理。

POD 在植物中扮演着活性氧去除功能,是植物细胞中一类重要的抗氧化物质^[18],而 PPO 可以将植物组织中活性氧的底物酚类物质分解成为醌类物质,之前的研究表明 POD 和 PPO 都参与到植物的抗病系统中^[19]。该研究发现随着各处理中钾浓度的升高,番茄叶片组织中 POD 和 PPO 浓度显

著提高,已有研究同样发现钾素能够提高人参 POD 等抗氧化酶活性^[20]。马晓林等^[21]研究发现施钾能够提高马铃薯的 PPO 活性并提高其抗性,表明钾素在调控植物抗性酶活性方面起着重要作用,钾素提高番茄叶片组织 POD 和 PPO 活性的效果可能是其提高番茄青枯病抗性的重要作用。



注:柱上不同字母表示处理间在0.05水平差异显著

Note: Different lowercase letters indicated significant differences at 0.05 level among treatments

图4 不同钾浓度对番茄叶片 PPO 活性的影响

Fig.4 Effect of different concentrations of potassium on PPO activity of tomato leaves

3 结论

试验研究了不同钾素营养浓度对番茄青枯病发生情况的影响,并初步揭示了钾素提高番茄青枯病抗性的机理。提高钾营养可显著促进番茄的生长,提高番茄钾素的吸收和利用,提高番茄叶片组织中 H₂O₂ 的浓度,并进一步提高其 POD 和 PPO 的活性,进而提高番茄青枯病的抗性。

参考文献

- [1] 黎振兴,郑锦荣,黄爱兴,等.番茄新品种新星 101 的选育[J].中国蔬菜,2002(1):21-22.
- [2] 王汉荣,茹水江,王连平,等.嫁接防治番茄青枯病的研究[J].浙江农业学报,2009,21(3):283-287.
- [3] 胡永军,丁加刚.大棚番茄青枯病的发生与无公害防治[J].植物医生,2005,18(1):31.
- [4] 杨宇红,刘俊平,杨翠荣,等.无致病力 hrp-突变体防治茄科蔬菜青枯病[J].植物保护学报,2009,35(5):433-437.
- [5] HUBER D M. Fertilizers and soil-borne diseases[J]. Soil use and management, 1990,6(4):168-172.
- [6] 宋美珍,朱荷琴.钾肥与棉花枯萎病的关系[J].中国棉花,1995(3):21-22.
- [7] SHARMA S R, KOLTE S J. Effect of soil-applied NPK fertilizers on severity of black spot disease (*Alternaria brassicae*) and yield of oilseed rape [J]. Plant and soil, 1994,167(2):313-320.
- [8] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [9] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [10] 方中达.植物研究方法[M].北京:农业出版社,1979.
- [11] 杨尚东,吴俊,赵久成,等.番茄青枯病罹病植株和健康植株根际土壤理化性状及生物学特性的比较[J].中国蔬菜,2013,1(22):64-69.
- [12] 李莫然,梅丽艳,韩庆新,等.黑龙江省玉米青枯病发生危害调查及钾肥防病研究[J].黑龙江农业科学,1994(2):12-16.
- [13] 饶贵珍,肖波,吴广宇.不同整枝方法对越夏水果型番茄生长发育、抗病性及产量的影响[J].吉林蔬菜,2005(4):46-47.
- [14] YANG X E, LIU J X, WANG W M, et al. Potassium internal use efficiency relative to growth vigor, potassium distribution, and carbohydrate allocation in rice genotypes[J]. Journal of plant nutrition, 2004, 27(5):837-852.

(下转第 200 页)

改善,退耕还林成果得到巩固,生态环境逐渐向良性发展。由于近些年退耕还林政策的实施致使土地垦殖率下降,土地整治应着重加大力度开垦开荒,提高土地垦殖率。同时农田水利配套设施建设、小流域综合治理及田间建设紧密结合在一起,通过水利灌溉排涝、田间道路等工程措施,有利于实现高效农田生态系统。

(4)综合效益。项目区土地整治综合效益评价级别为“中”,在整治之后,经济效益最佳,达到“良”,社会效益和生态效益都在“中”级别,说明了整治项目只取得了经济效益的提高,并未取得较好的社会效益、生态效益,而综合效益的评价结果说明经济效益、社会效益和生态效益三者的失衡对综合效益有着重要的影响,综合效益的提高势必要取得三大效益的一致成效。

3 结论与讨论

(1)庆阳市华池县乔川乡土地整治项目经济效益主要受到新增耕地率、产能提高率指标的影响,社会效益主要受到单位投资新增耕地可供养人数、单位投资增加就业人数指标的影响,生态效益受到绿色植被覆盖率提高值、土地垦殖率的影响。要提高整治的综合效益,就应该从影响的主要指标入手。

(2)从评价结果得出,该项目区的土地整治还存在着很大的进步空间,尤其是级别较低的社会效益和生态效益,单项效益的提高不能使综合效益取得显著成效。

(3)土地整治应该加强与公众的双向交流。土地整治应考虑民众意见,同时要让民众意识到自身的职责,参与到土地整治的过程中来,积极配合相关工作的展开。在土地整治过程中,不能只重点考虑经济效益,从生态系统、可持续发展

原则来说,生态效益应该更加偏重于经济效益,保护生态平衡。土地整治结束后,应当加强对整治结果的维护,才能更大限度地发挥整治的作用,获得最大的收益。

参考文献

- [1] 刘文甲. 积极推进土地整理 实现耕地总量动态平衡: 国家土地管理局副局长刘之甲在土地整理研讨会上的讲话[J]. 中国土地, 1997(7): 17-19.
- [2] 李卫祥. 农村土地整理[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2008.
- [3] 王永乐, 刘树峰. 土地整治综合效益层次分析—模糊综合评价研究[J]. 吉林水利, 2014(12): 1-5.
- [4] 刘妹驿, 杨庆媛, 何春燕, 等. 基于层次分析法(AHP)和模糊综合评价法的土地整治效益评价: 重庆市3个区县26个村农村土地整治的实证[J]. 中国农学通报, 2013, 29(26): 54-60.
- [5] 伍岳连. 农用地整治综合效益评价研究[D]. 广州: 广东工业大学, 2012.
- [6] 吴付艳, 郑艳东, 葛京凤. 基于模糊综合评价的土地整治效益分析: 以河北省太行山山前平原为例[J]. 中国农机化学报, 2013, 34(5): 270-274.
- [7] KING R L, BURTON S. Land fragmentation: Notes on a fundamental rural-spatial problem[J]. Progress in human geography, 1982, 6(4): 475-494.
- [8] 黄蕾, 彭培好. 农用地整理综合效益评价指标体系的构建[J]. 统计与决策, 2014(20): 66-68.
- [9] VAN DEN NOORT P C. Land consolidation in the Netherlands[J]. Land use policy, 1987, 4(1): 11-13.
- [10] 王珊, 张安录, 张叶生. 湖北省农用地整理综合效益评价: 基于灰色关联方法[J]. 资源科学, 2013, 35(4): 749-757.
- [11] 陈海素. 基于AHP和模糊评判法的土地利用总体规划实施评价研究: 以福清市为例[D]. 福州: 福建师范大学, 2008.
- [12] 朱云. 目标规划及AHP在企业外包任务分配中的应用[J]. 吉林省经济管理干部学院学报, 2010, 24(3): 23-26.
- [13] 吴莹, 金晓斌, 周寅康. 基于多级模糊综合评价的土地整理项目后效益评价指标体系构建及应用[J]. 中国农学通报, 2007, 23(9): 509-513.
- [14] 刘凤芹. 土地的规模效率和农业经济组织绩效研究[M]. 大连: 东北财经大学出版社, 2011.
- [15] 任明兰. 湖北省保康县土地利用分区及土地管理建设问题分析[D]. 武汉: 中国地质大学, 2007.

(上接第156页)

- [15] 董民, 李志朋, 张顶武, 等. 钾、钙营养对有机桃品质及抗病性的影响[J]. 北方园艺, 2011(15): 64-65.
- [16] LAMB C, DIXON R A. The oxidative burst in plant disease resistance[J]. Annual review of plant physiology & plant molecular biology, 1997, 48(48): 251.
- [17] GOODMAN R N, NOVACKY A J. The hypersensitive reaction in plants to pathogens: A resistance phenomenon [M]. St. Paul, USA: APS Press, 1994.

- [18] MITTLER R, VANDERAUWERA S, GOLLERY M, et al. Reactive oxygen gene network of plants[J]. Trends in plant science, 2004, 9(10): 490.
- [19] POURCEL L, ROUTABOUL J M, CHEYNIER V, et al. Flavonoid oxidation in plants: From biochemical properties to physiological functions[J]. Trends in plant science, 2007, 12(1): 29-36.
- [20] 刘政波, 张春阁, 刘宁, 等. 钾水平对人参根叶保护酶、活性氧化代谢及膜脂过氧化作用的影响[J]. 东北农业科学, 2017(3): 9-13.
- [21] 马晓林, 白雪, 李惠君, 等. 施钾与蚜害处理后马铃薯叶片中多酚氧化酶活性的变化[J]. 昆虫学报, 2013, 56(12): 1413-1417.

科技论文写作规范——标点符号

标点符号按照 GB/T 15834—2011 执行, 每个标点占 1 格(破折号占 2 格)。外文中的标点符号按照外文的规范和习惯。注意破折号“——”、一字线“—”(浪纹线“~”)和短横线“-”的不同用法。破折号又称两字线或双连划, 占 2 个字身位置; 一字线占 1 个字身位置, 短横线又称半字线或对开划, 占半个字身位置。破折号可作文中的补充性说明(如注释、插入语等), 或用于公式或图表的说明文字中。一字线“—”(浪纹线“~”)用于表示标示相关项目(如时间、地域等)的起止。例如 1949—1986 年, 北京—上海特别旅客快车。参考文献范围用“-”。短横线用于连接词组, 或用于连接化合物名称与其前面的符号或位序, 或用于公式、表格、插图、插图、型号、样本等的编号。外文中的破折号(Dash)的字身与 m 宽, 俗称 m Dash, 其用法与中文中的破折号相当。外文的连接符俗称哈芬(hyphen)。其中, 对开哈芬的字身为 m 字身的一半, 相当于中文中范围号的用法; 三开哈芬的字身为 m 字母的 1/3, 相当于中文中的短横线的用法。