

肉桂酸对豇豆根系毒害作用的研究

王 丰 王馨悦 朱强龙 杨有新 王 强 吴才君*

(江西农业大学,江西 南昌 330045)

摘 要:为探究豇豆主要根系分泌物肉桂酸对豇豆根系的毒害作用,本研究以2种抗性差异品种豇豆特早30号(TZ30)和紫秋豇6号(ZQJ6)为试验材料,在水培条件下,施用 $0.2\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 肉桂酸,测定并分析根系的生理生化指标。结果表明,肉桂酸处理对2种豇豆根系均有明显毒害作用,2种豇豆的总根长、总根表面积、总根体积、总根尖数均显著下降,但TZ30比ZQJ6降幅小,具有较高抗性。TZ30的平均根系直径升高,无显著性差异;ZQJ6的平均根系直径升高,呈显著性差异,表明TZ30的抗性较高,并说明肉桂酸对豇豆根系的影响主要在幼嫩根系部位。2种豇豆根系的超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)和抗坏血酸过氧化物酶(APX)活性均显著升高,说明豇豆可以通过提高抗氧化酶的活性来抵抗肉桂酸的自毒作用,其中TZ30的3种抗氧化酶活性提高程度均高于ZQJ6,说明TZ30对肉桂酸的抗性强于ZQJ6。2种豇豆的根系相对电导率均显著增加,根系可溶性蛋白含量均显著下降,说明肉桂酸破坏了豇豆根系的细胞结构,其中TZ30的根系相对电导率增加程度和可溶性蛋白下降程度均较ZQJ6高,说明TZ30的细胞结构受损害更严重。本研究分析了豇豆主要根系分泌物肉桂酸对不同抗性品种豇豆根系的毒害作用,为预防和克服豇豆自毒作用提供了一定的理论基础。

关键词:豇豆;水培;肉桂酸;根系毒害作用

DOI:10.11869/j.issn.100-8551.2020.05.1113

自毒物质是一种特殊的化感物质,来自植株的根系分泌物、雨水淋溶以及残株腐解^[1-2]。采用多种不同生物学方法测定发现自毒物质对植株自身的生长发育有一定抑制作用,会对作物连作造成严重障碍^[3-6],这一现象及其作用机理一直受到国内外学者的广泛关注。豆类极易发生连作障碍^[7],豇豆(*Vigna unguiculata* L. Walp.)作为重要的豆类蔬菜,在世界各地广泛种植^[8-10]。随着效益农业的发展,一些蔬菜基地在产业化生产中常年连续种植豇豆,导致连作障碍问题日益突显^[11-12]。分析自毒物质的作用机理有助于进一步探明连作障碍的成因,为深入研究相关克服途径提供一定的理论基础^[13]。黄兴学^[14]对豇豆连作土壤中自毒物质的种类和成分进行了鉴定和分析,结果表明,肉桂酸、苯乙酸、邻苯二甲酸和4-羟基苯甲酸在连作土壤中的积累是豇豆连作障碍的一个重要因

素,且肉桂酸可以通过抑制 RuBP 羧化酶活性来影响光合速率。肉桂酸作为豇豆的主要自毒物质之一^[15],目前关于其对豇豆毒害作用的研究主要集中在地上部分,对豇豆根系影响的研究鲜有报道。因此,本试验选取2个抗性差异的豇豆品种,采用水培法,于营养液中施加一定浓度的肉桂酸,通过测定和分析其根系生理形态和生理指标的变化,探究肉桂酸对豇豆根系的影响,以期对肉桂酸及其他自毒物质对豇豆根系毒害作用的深入研究奠定理论基础。

1 材料与方 法

1.1 材 料

供试豇豆为连作障碍抗性品种特早30号(TZ30)和敏感品种紫秋豇6号(ZQJ6),均由华农种业有限公司

收稿日期:2018-09-30 接受日期:2019-02-24

基金项目:江西省现代农业科研协同创新专项经费(JXXTCX2015005-002),江西省重点研发计划项目重大项目(20161ACF60015),江西省现代农业产业技术体系建设(JXARS-06)

作者简介:王丰,男,主要从事蔬菜生理生态研究。E-mail:wangfengedu@126.com

* 通讯作者:吴才君,男,教授,主要从事蔬菜分子育种研究。E-mail:wucj@126.com

司提供。

1.2 仪器与设备

5810R 离心机(艾本德,德国);HI 2315 电导率仪(哈纳,意大利);UV-2600 紫外分光光度计(岛津,日本);LA2400 根系扫描仪(Regent,加拿大);SPX-50 智能生化培养箱(杭州绿博仪器有限公司);KQ-500B 超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司)。

1.3 试验方法

整个试验除发芽期均在培养室进行,光周期为 14 h/10 h(day/night),温度设定 25℃/20℃(day/night)。选取颗粒饱满、大小均匀的豇豆种子,温汤浸种 15 min 后置于 28℃ 恒温培养箱催芽。种子发芽后放入 5×10 孔的穴盘育苗,培养基质为珍珠岩。豇豆长至两叶一心时选大小一致的幼苗进行水培,营养液为霍格兰改良配方^[16]。豇豆长至五叶一心时分 4 组处理(a~d),每组 2 盆,每盆 15 株,具体处理为:a 处理:种植 TZ30,于营养液中加 0.2 mmol·L⁻¹ 肉桂酸,该浓度的设定与处理方法参考高旭等^[17]的研究;b 处理:种植 TZ30,于营养液中加相同体积的无菌水,作为对照组;c 处理:种植 ZQJ6,于营养液中加 0.2 mmol·L⁻¹ 肉桂酸;d 处理:种植 ZQJ6,于营养液中加相同体积的无菌水,作为对照组。处理 36 h 取根系测定电导率、可溶性蛋白含量及抗氧化酶活性,每株为一个重复,取 3 个重复。处理 5 d 对其表型拍照并取根系采用根系扫描仪进行扫描。电导率采用浸泡法测定^[18],可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定^[19],超氧化物歧化酶

(superoxide dismutase, SOD) 采用氮蓝四唑(nitro-blue tetrazolium, NBT)法^[20]测定,过氧化物酶(peroxidase, POD)采用愈创木酚法^[21]测定,抗坏血酸过氧化物酶(ascorbate peroxidase, APX)采用分光光度法^[22]测定。

1.4 数据分析

采用 SPSS Statistics 17 进行数据分析,采用 Duncan 法和 LSD 法对数据进行单因素方差分析和多重比较;采用 Origin 8.1 绘图。

2 结果与分析

2.1 肉桂酸处理对豇豆幼苗根系生长的影响

由图 1 可知,0.2 mmol·L⁻¹ 肉桂酸处理后 TZ30 和 ZQJ6 根系生长均受到了抑制,根系减小发黄。由表 1 可知,经 0.2 mmol·L⁻¹ 肉桂酸处理后,2 种豇豆的总根长、总根表面积、总根体积、总根尖数均减少,说明肉桂酸对豇豆根系生长有明显抑制作用。与对照相比 TZ30 的总根长、总根表面积、总根体积、总根尖数分别显著减少 59.99%、57.70%、55.28%、38.40%;ZQJ6 的总根长、总根表面积、总根体积、总根尖数分别显著减少 65.47%、62.52%、59.04%、38.67%,表明 TZ30 对肉桂酸的自毒抗性优于 ZQJ6。经 0.2 mmol·L⁻¹ 肉桂酸处理后,TZ30 的平均根系直径增加 6.03%,但无显著性差异($P>0.05$);ZQJ6 平均根系直径显著增加 9.89%($P<0.05$),表明肉桂酸对豇豆根系影响主要在幼嫩根系部位,TZ30 抗性较高。

表 1 肉桂酸对豇豆根系形态指标的影响

Table 1 Effect of cinnamic acid on morphological index of roots system of cowpea

品种 Varieties	肉桂酸浓度 Cinnamic acid concentration /(mmol·L ⁻¹)	总根长 Total length of roots/cm	总根表面积 Total surface area of roots/cm ²	总根体积 Total volume of roots/cm ³	总根尖数 Total number of root tips	平均根系直径 Average diameter of roots/mm
TZ30	0	739.7±132.9a	85.5±13.9a	0.788±0.121a	649±71a	0.369±0.016a
	0.2	295.9±25.3c	36.2±6.3c	0.352±0.067c	400±59b	0.391±0.017a
ZQJ6	0	590.2±57.1b	62.4±6.4b	0.526±0.057b	588±42a	0.337±0.004b
	0.2	203.8±34.5c	23.4±3.1c	0.215±0.022d	361±47b	0.370±0.031a

注:不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。下同。

Note: Different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level among treatments. The same as following.

2.2 肉桂酸处理对豇豆幼苗根系相对电导率的影响

相对电导率是反映植物膜系统生理生化状况的重要指标之一。植物在逆境或受到其他损伤的情况下细胞膜容易破裂,膜蛋白受损而使细胞内的胞液外渗导致相对电导率增加。由图 2 可知,经 0.2 mmol·L⁻¹ 肉桂酸处理后,2 种豇豆的相对电导率均增加,其中 TZ30、

ZQJ6 的相对电导率分别较对照显著增加 158.21%、131.08%($P<0.05$),表明经由桂酸处理豇豆根系膜系统受到严重破坏,且 TZ30 受到的破坏更严重。

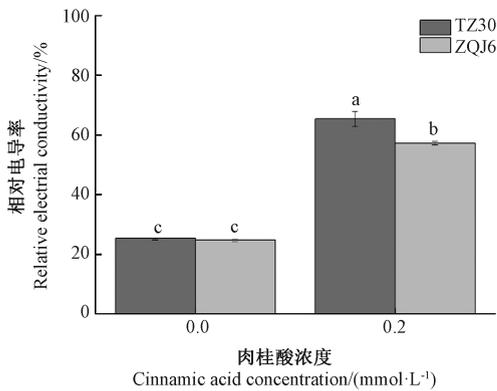
2.3 肉桂酸处理对豇豆幼苗根系可溶性蛋白含量的影响

可溶性蛋白是重要的渗透调节物质和营养物质,



图 1 肉桂酸处理对豇豆生长的影响

Fig.1 Effects of cinnamic acid treatments on growth of cowpea



注:不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。下同。

Note: Different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level among treatments. The same as following.

图 2 肉桂酸处理对豇豆根系相对电导率的影响

Fig.2 Effects of cinnamic acid treatments on relative electrical conductivity in roots of cowpea

其含量增加和积累能提高细胞的保水能力,对细胞的生命物质及生物膜起到保护作用。由图 3 可知,经 $0.2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 肉桂酸处理后,2 种豇豆的可溶性蛋白含量均降低。TZ30、ZQJ6 的可溶性蛋白含量分别降低了 58.60%、43.73%,均与对照差异显著($P<0.05$),表明经肉桂酸处理豇豆根系细胞结构受到严重破坏,且 TZ30 受到的破坏更严重。

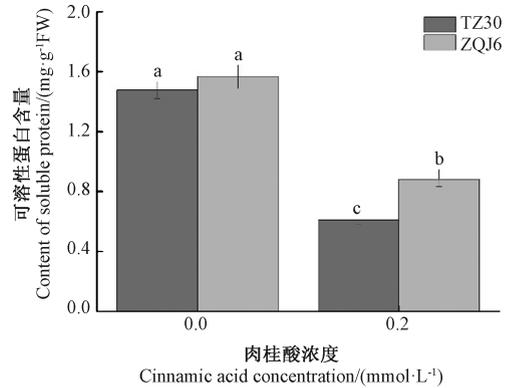


图 3 肉桂酸处理对豇豆根系可溶性蛋白的影响

Fig.3 Effects of cinnamic acid treatments on soluble protein content in roots of cowpea

2.4 肉桂酸处理对豇豆幼苗根系抗氧化酶活性影响

由图 4 可知,经 $0.2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 肉桂酸处理后, TZ30 和 ZQJ6 的 SOD、POD 和 APX 活性均升高,其中 TZ30 的 SOD、POD 和 APX 活性分别增加 124.30%、85.85% 和 47.48%,与对照差异显著($P<0.05$); ZQJ6 的 SOD 活性增加 32.93%,与对照无显著性差异($P>0.05$), POD 和 APX 活性分别增加 50.79% 和 36.88%,与对照差异显著($P<0.05$),表明豇豆可以通过提高抗氧化酶的活性来抵抗肉桂酸的自毒作用,且 TZ30 对肉桂酸的自毒抗性强于 ZQJ6。

3 讨论

豇豆作为我国重要的蔬菜作物^[23-25],连作障碍是制约豇豆产业发展的突出问题,而自毒作用是豇豆连作障碍的主要原因之一^[26]。探究豇豆自毒物质的毒害作用和机理对克服豇豆连作障碍具有重要意义。有研究表明自毒物质首先会作用于豇豆根系^[14]。本试验采用的水培法,相对于土培,能直观地显示出自毒物质肉桂酸对豇豆根系的毒害作用,根系取样方便完整,便于进行更深入的研究。

黄兴学^[14]研究发现,大田环境下肉桂酸会抑制连作豇豆的生长发育,影响豇豆的单株产量、株数及总产量,且肉桂酸对豇豆的自毒作用首先作用于根系,然而其研究主要集中在地上部分和根际土。本试验进一步研究发现,经 $0.2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 肉桂酸处理后, TZ30 和 ZQJ6 根系生长均受到明显抑制,2 个品种的总根长、总根表面积、总根体积、总根尖数均显著降低,说明肉桂酸对豇豆根系生长有明显的抑制作用。在肉桂酸对

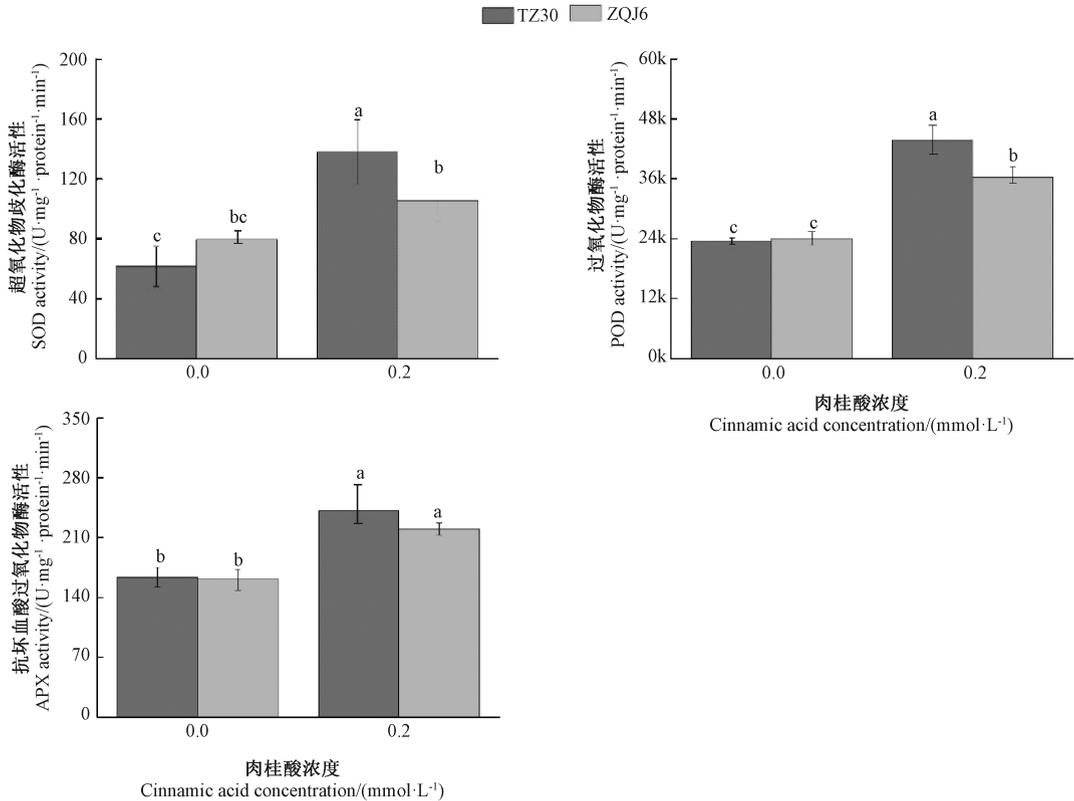


图4 肉桂酸处理对豇豆根系抗氧化酶活性的影响

Fig.4 Effects of cinnamic acid treatments on antioxidant enzyme activity in roots of cowpea

豇豆根系生长的影响中,TZ30的总根长、总根表面积、总根体积、总根尖数的降幅均小于ZQJ6,说明TZ30对肉桂酸的自毒抗性优于ZQJ6。肉桂酸处理后,2种豇豆的平均根系直径均表现为增加趋势,其中TZ30与对照无显著性差异,ZQJ6差异显著,说明TZ30抗性较高,且表明肉桂酸对豇豆根系影响主要在幼嫩根系部位。

植物细胞膜对维持细胞的微环境和正常代谢起着重要作用,当植物受到逆境胁迫时,细胞膜遭到破坏,膜透性增大,从而使细胞内的电解质外渗,相对电导率增大^[27-28]。植物体内的可溶性蛋白大多数是参与各种代谢的酶类,其含量是植物体总代谢水平的一个重要指标^[29]。逆境胁迫下可溶性蛋白的合成受到抑制,且分解加速^[30]。本试验结果表明,经肉桂酸处理后,2种豇豆的相对电导率均显著增加,可溶性蛋白含量均显著下降,说明2种豇豆的根系细胞结构均受到了明显破坏,其中TZ30相对电导率增加更多,可溶性蛋白含量下降更多,说明经肉桂酸处理后,TZ30的细胞结构受到的破坏更严重。

豇豆可以通过提高自身抗氧化酶系统的活性来抵抗逆境胁迫。杜世章等^[31]研究表明,豇豆幼苗通过提

高抗氧化酶系统活性来抵抗NaCl的胁迫作用。于力^[32]研究表明豇豆通过提高抗氧化酶活性来抵抗铝胁迫作用。肉桂酸对豇豆的毒害作用和逆境胁迫有共通之处,在自毒物质作用下,植物体内直接或间接形成过量的活性氧自由基,其对细胞大分子物质如膜系统、蛋白质、脂类和核酸等具有很强的破坏作用,使得植物生长受阻,此时在植物体内会有酶促防御系统及非酶机制来清除体内多余的自由基,该防御系统实际上是一个抗氧化系统,通过提高抗氧化酶活性,来加强植物的抗氧化作用,从而提高其对逆境的抗性,减轻自由基毒害^[33]。SOD、POD和APX是植物体内抗氧化防御体系中重要的保护酶类^[34]。本研究表明,经肉桂酸处理后,2种豇豆的3种酶活性均显著升高,说明豇豆也通过提高抗氧化酶的活性来抵抗肉桂酸的自毒作用。在TZ30细胞结构受损更严重的情况下,其SOD、POD和APX活性均较ZQJ6提高更多,说明TZ30对肉桂酸的自毒抗性优于ZQJ6。

4 结论

本研究结果表明,自毒物质肉桂酸阻碍豇豆的根

系生长。主要表现为:肉桂酸显著降低了豇豆根系的总根长、总根表面积、总根体积、总根尖数,对豇豆根系的破坏首先集中在幼嫩根系。肉桂酸会破坏豇豆根系细胞质膜的完整性,降低根系可溶性蛋白的含量,提高抗氧化酶活性。但对2种抗性不同的豇豆(TZ30和ZQJ6)根系的生长有着不同程度的影响,这些差异表明TZ30较ZQJ6表现出更高的自毒作用抗性,这些差异还可以用来检测鉴定豇豆对肉桂酸等自毒物质的抗性,辅助豇豆育种中选育耐连作障碍的优良品种。后续可进行基因层面研究,为肉桂酸等自毒物质对豇豆根系的毒害作用的深入研究奠定理论基础。

参考文献:

- [1] 韩春梅. 香草酸对豇豆种子萌发及抗氧化酶活性的影响[J]. 种子, 2013, 32(9): 65-66
- [2] 陈玲, 董坤, 杨智仙, 董燕, 汤利, 郑毅. 连作障碍中化感自毒效应及间接缓解机理[J]. 中国农学通报, 2017, 33(8): 91-98
- [3] 陈昱, 张福建, 吴超群, 肖晨, 杨有新, 吴才君. 外源物质对连作豇豆生长发育及其根际土壤理化性质的影响[J]. 江西农业大学学报, 2017, 39(4): 655-661
- [4] 宋慧. 小豆连作障碍中自毒机理研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013
- [5] 陈名蔚, 王峰, 韩益飞, 潘国云, 王玲玉, 李长铭, 黄雪云. 蔬菜连作障碍成因分析和防止技术初探[J]. 南方农业, 2017, 11(30): 3-4
- [6] 吴凤芝, 赵凤艳, 刘元英. 设施蔬菜连作障碍原因综合分析防治措施[J]. 东北农业大学学报, 2000, 31(3): 241-247
- [7] 吴晓花, 刘永华, 汪宝根, 陆忠富, 李国景. 硅和豇豆根茬腐解液对豇豆生长和抗氧化系统的影响[J]. 浙江农业学报, 2008, 20(1): 49-53
- [8] Andrew S, Steven T H, Melanie L H, Susan D J, Jennifer M T, Anna K. Assembled genomic and tissue-specific transcriptomic data resources for two genetically distinct lines of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) [J]. Gates Open Research, 2018, 2: 7
- [9] Chen H L, Wang L X, Liu X Y, Hu L L, Wang S H, Cheng X Z. De novo transcriptomic analysis of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) for genic SSR marker development [J]. BMC Genetics, 2017, 18(1): 65
- [10] Yao S L, Jiang C, Huang Z Y, Ivone T, Junil C, Zhang H, Michael U, Renyi L, Junil C. The *Vigna unguiculata* gene expression atlas (VuGEA) from de novo assembly and quantification of RNA-seq data provides insights into seed maturation mechanisms [J]. The Plant Journal, 2016, 88(2): 318-327
- [11] 王卫平, 姚燕来, 洪春来, 朱凤香, 陈晓吻, 薛智勇. 不同连作年限豇豆土壤理化性质及微生物种群变化初探[J]. 天津农业科学, 2013, 19(3): 65-67
- [12] 郑军辉, 叶素芬, 喻景权. 蔬菜作物连作障碍产生原因及生物防治[J]. 中国蔬菜, 2004, 1(3): 56-58
- [13] 张韵. 黄瓜自毒物质对细胞生长的影响及缓解机制[D]. 浙江: 浙江大学, 2009
- [14] 黄兴学. 豇豆连作土壤中自毒物质鉴定及肉桂酸对豇豆光合作用的影响[D]. 湖北: 华中农业大学, 2010
- [15] 阮弈平. 蔬菜连作障碍中自毒作用及其缓解措施研究[D]. 浙江: 浙江大学, 2013
- [16] 刘士哲. 现代实用无土栽培技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 67-141
- [17] 高旭, 张古文, 胡齐赞, 徐盛春, 龚亚明. 自毒物质肉桂酸对豌豆幼苗生长及叶绿素荧光特性的影响[J]. 北京: 中国蔬菜, 2013, 1(8): 44-49
- [18] 陈爱葵, 韩瑞宏, 李东洋, 凌连莲, 罗慧霞, 唐上剑. 植物叶片相对电导率测定方法比较研究[J]. 广东第二师范学院学报, 2010, 30(5): 88-91
- [19] 李合生. 植物生理生化试验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 182-185
- [20] Lee D H, Kim Y S, Lee C B. The inductive responses of the antioxidant enzymes by salt stress in the rice (*Oryza sativa* L.) [J]. Journal of Plant Physiology, 2001, 158(6): 737-745
- [21] Omran R G. Peroxide levels and the activities of catalase, peroxidase, and indoleacetic acid oxidase during and after chilling cucumber seedlings [J]. Plant Physiology, 1980, 65(2): 407-408
- [22] Zhu Z J, Wei G Q, Li J, Qian Q Q, Yu J Q. Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.) [J]. Plant Science, 2004, 167(3): 527-533
- [23] 井大炜, 张红, 李士平, 王明友. 干旱胁迫对豇豆品质与抗氧化酶活性的影响[J]. 长江蔬菜, 2017(4): 71-74
- [24] 瞿云明, 杨新琴, 赵建阳, 丁潮洪. 豇豆连作障碍消减关键技术[J]. 北方园艺, 2017(4): 205-207
- [25] 侯慧, 董坤, 杨智仙, 董艳, 汤利, 郑毅. 连作障碍发生机理研究进展[J]. 土壤, 2016, 48(6): 1068-1076
- [26] 陈禅友, 刘磊. 长豇豆种子萌发过程中生理生化指标动态变化[J]. 种子, 2006, 25(9): 30-33
- [27] 李衍素, 高俊杰, 陈民生, 于贤昌. 高温胁迫对豇豆幼苗叶片膜伤害与保护性物质的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2007, 38(3): 378-382
- [28] 范林林, 高丽朴, 王清, 左进华, 史君彦. 外源NO处理对豇豆采后生理特性的影响[J]. 食品与发酵工业, 2015, 41(10): 191-196
- [29] 吴学红, 高杰. 洋葱春化处理及可溶性糖和可溶性蛋白质变化规律的研究[J]. 新疆农业科学, 2013(2): 294-299
- [30] 王丽英. 褪黑素预处理对黄瓜幼苗耐盐性的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014
- [31] 杜世章, 代其林, 奉斌, 谢琳, 杨娟, 王劲. 不同浓度NaCl胁迫处理下豇豆幼苗抗氧化酶活性的变化[J]. 基因组学与应用生物学, 2011, 30(3): 351-356
- [32] 于力. 豇豆(*Vigna unguiculata* L.)铝毒害及耐性机理[D]. 江苏: 南京农业大学, 2012
- [33] 刘术新, 丁枫华, 董瑞霞, 陈炜祥, 刘卓香. 有机肥对连作长豇豆苗期抗氧化系统的影响[J]. 贵州农业科学, 2013, 41(11): 48-51
- [34] 喻景权, 松井佳久. 豌豆根系分泌物自毒作用的研究[J]. 园艺学报, 1999, 26(3): 37-41

Effect of Cinnamic Acid on Roots of Cowpea (*Vigna unguiculata* L.)

WANG Feng WANG Xinyue ZHU Qianglong YANG Youxin WANG Qiang WU Caijun*

(Jiangxi Agricultural University, Nanchang, Jiangxi 330045)

Abstract: In order to explore effect of cinnamic acid on roots of cowpea, two different resistant varieties cowpea TZ30 and ZQJ6 were used to treat with $0.2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ cinnamic acid under hydroponic condition, and the physiological and biochemical indexes of the roots were measured and analyzed. Results showed that Cinnamic acid treatment had obvious toxic effects on both cowpeas, the total root length, total root surface area, total root volume, and total number of root tips of the two cowpea species were significantly decreased by cinnamic acid treatment, TZ30 show less decrease, reflecting higher resistance of TZ30. The mean root diameter of TZ30 increased without significant difference, and the average root diameter of ZQJ6 increased with significant difference, reflecting higher resistance of TZ30, which indicated that the influence of cinnamic acid on cowpea roots was mainly presented in young roots. The activity of superoxide dismutase (SOD), peroxidase (POD) and ascorbate peroxidase (APX) on roots of the two kinds of cowpea were increased significantly, suggesting that cowpea resistance the effect of cinnamic acid by increasing the activity of antioxidant enzymes. The activity of antioxidant enzymes of TZ30 improved higher than ZQJ6, which means that cinnamic acid resistance of TZ30 is higher than ZQJ6. Both varieties of cowpea showed significant increase in relative electrical conductivity and significant decrease in soluble protein content, indicating that cinnamic acid destroyed cell structure of cowpea root system. Among them, TZ30 root system showed more increase in relative electrical conductivity and more decrease in soluble protein than ZQJ6, indicating that TZ30 cell structure suffered more serious damage. The results of this study analyzed the toxic effect of cinnamic acid from the main root secretions of cowpea on the root systems of different resistant cowpea varieties, and provided a theoretical basis for preventing and overcoming the autotoxic effects of cowpea.

Keywords: cowpea, hydroponics, cinnamic acid, autotoxicity of roots