

尹玉玲,叶艳英,张冰冰,等.连作对不同倍性芦笋植株生长和抗氧化酶活性的影响[J].上海农业学报,2021,37(1):8-12.

连作对不同倍性芦笋植株生长和抗氧化酶活性的影响

尹玉玲,叶艳英,张冰冰,汤泳萍,周劲松,罗绍春*

(江西省农业科学院蔬菜花卉研究所,南昌 330200)

摘要:以二倍体芦笋品种‘井冈701’和四倍体芦笋品种‘井冈红’为试材,在连作条件下研究芦笋植株株高、鲜质量和抗氧化酶活性及其在品种间的差异,分析连作对其植株生长和抗氧化酶活性的影响。结果表明:连作处理降低了‘井冈701’和‘井冈红’植株株高及地上部和根系鲜质量。与第一次连作相比,第二次连作显著降低了‘井冈701’植株株高、地上部和根系鲜质量。与首茬(CK)相比,连作处理使2个不同倍性芦笋品种叶片的PPO、SOD和POD活性增强,且‘井冈红’高于‘井冈701’。连作处理后,‘井冈红’根系的PAL、PPO和SOD活性高于‘井冈701’,仅POD活性低于‘井冈701’。可见,四倍体芦笋品种‘井冈红’对连作的耐受性强于二倍体芦笋品种‘井冈701’。该结果可为芦笋品种选育及生产上品种的选择提供科学依据。

关键词:芦笋;连作;倍性;抗氧化酶活性

中图分类号:S644.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3924(2021)01-008-05

Effects of continuous cropping on plant growth and antioxidant enzyme activities of different ploidy *Asparagus officinalis* L.

YIN Yuling, YE Yanying, ZHANG Bingbing, TANG Yongping, ZHOU Jinsong, LUO Shaochun*

(Institute of Vegetables and Flowers, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China)

Abstract: The plant height, fresh weight and antioxidant enzyme activities of diploid asparagus variety ‘Jinggang 701’ and tetraploid asparagus variety ‘Jingganghong’ were studied under continuous cropping, and the effects of continuous cropping on plant growth and antioxidant enzyme activities were analyzed. The results showed that the plant height, fresh weight of aboveground part and root system of ‘Jinggang 701’ and ‘Jingganghong’ decreased by continuous cropping. Compared with the first continuous cropping, the second continuous cropping significantly reduced the plant height, fresh weight of aboveground part and root system of ‘Jinggang 701’. Compared with the first crop (CK), the activities of PPO, SOD and POD in the leaves of two asparagus varieties with different ploidy increased by continuous cropping, and the enzyme activities of ‘Jingganghong’ were higher than those of ‘Jinggang 701’. After continuous cropping, the activities of PAL, PPO and SOD in root system of ‘Jingganghong’ were higher than those of ‘Jinggang 701’, only the POD activity was lower than that of ‘Jinggang 701’. Therefore, the tolerance of tetraploid asparagus variety ‘Jingganghong’ to continuous cropping was stronger than that of diploid asparagus variety ‘Jinggang 701’. The results could provide scientific basis for asparagus breeding and variety selection in production.

Key words: Asparagus; Continuous cropping; Ploid; Antioxidant enzyme activity

芦笋(*Asparagus officinalis* L.)又名石刁柏,富含皂甙、黄酮和植物多糖等多种活性成分,具有很好的抗肿瘤、抗氧化和降血压等功效^[1],被誉为“蔬菜之王”。近年来,芦笋消费量与日俱增,种植面积不断扩大。目前,中国已成为世界上芦笋种植的第一大国,芦笋产量居全球首位^[2-3]。随着芦笋种植面积不断增

收稿日期:2019-09-16

基金项目:国家自然科学基金项目(31460514、31560557);江西省自然科学基金青年科学基金项目(20142BAB214015);江西省农业科学院创新基金博士启动项目(2013CBS003);江西现代农业科研协同创新专项(JXXTCXQN201908);国家人力资源与社会保障部留学回国人员择优项目(201509)

作者简介:尹玉玲(1980—),女,博士,副研究员,主要从事蔬菜连作障碍影响因子的研究。E-mail:yuling_0_2000@163.com

*通信作者,E-mail:20801017@qq.com

加,芦笋连作障碍问题逐渐显现,原因之一是其根际存在自毒物质^[4-5]。芦笋为多年生植物,根系发达,横向分布达3 m,纵向达2 m^[6],生长到8—10年时,产量显著下降。另外,前茬种植过芦笋的田块,土壤中存在大量芦笋残根,影响下茬芦笋的正常生长^[7-9]。

不同倍性植株对环境的适应性存在一定差异。一般来说,高倍性作物较其低倍性作物表现出较强的环境适应性^[10-12]。芦笋有二倍体和四倍体2种倍性栽培品种,二倍体芦笋品种间在连作障碍耐受性方面存在化感差异性^[13-14]。目前,不同倍性芦笋品种间对连作的耐受性差异情况尚未见报道。本试验以二倍体芦笋品种和四倍体芦笋品种为材料,研究连作对其生长和抗氧化酶活性的影响,以期为芦笋的品种选育和生产上品种的选择提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

芦笋二倍体品种‘井冈701’和四倍体品种‘井冈红’均由江西省农业科学院蔬菜花卉研究所提供。

1.2 试验方法

试验于2018年在江西省农业科学院蔬菜花卉研究所芦笋试验大棚内进行。选择籽粒大小一致的芦笋种子,浸种36 h,其间换水2次。种子吸胀后于25—28℃条件下保湿催芽,每天用清水洗1—2次。挑选发芽一致的种子,采取营养钵直播的方式进行播种,营养钵规格(直径×高)为13 cm×15 cm,栽培基质为草炭(PINDSTRUP, Denmark)与田园土为1:3(V/V)的混合基质,每盆1株。每处理10盆,3次重复,随机排列。栽植60 d后(CK),取出植株,快速清洗植株及其根系;测定植株株高、植株地上部和根系鲜质量,并取叶片和根系样品于-20℃冰箱保存,用于测定酶指标。第一次连作处理将露白芦笋种子播种于含有2 g上茬芦笋根系的混合基质中,种植60 d后再次测定植株株高、地上部和根系鲜质量及酶指标;第二次连作处理及取样测定同第一次。每处理均设3次重复。

植株株高采用卷尺测量,植株鲜质量采用电子天平测定。

苯丙氨酸解氨酶(PAL)、多酚氧化酶(PPO)、超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)的活性采用苏州科铭生物技术有限公司的相关试剂盒进行测定。

连作对芦笋株高和植株鲜质量的抑制率=(对照-连作处理)/对照×100%。

1.3 数据分析

试验数据采用Excel 2007软件绘图,采用DPS 7.05统计软件对数据进行单因素方差分析,并使用Duncan法对数据进行多重比较,分析处理间差异显著性。

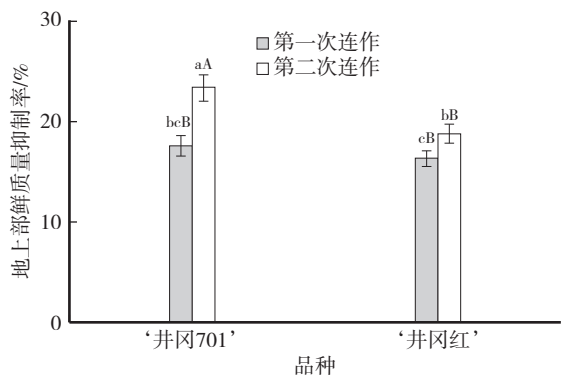
2 结果与分析

2.1 连作对不同倍性芦笋品种植株地上部鲜质量的影响

如图1所示,2次连作处理均对不同倍性芦笋品种地上部鲜质量有一定的抑制作用,抑制率在17%—24%。与第一次连作相比,第二次连作使二倍体芦笋品种‘井冈701’的植株地上部鲜质量显著下降。连作对四倍体芦笋品种‘井冈红’植株地上部鲜质量的抑制作用小于二倍体芦笋品种‘井冈701’。

2.2 连作对不同倍性芦笋品种植株根系鲜质量的影响

如图2所示,2次连作处理均对不同倍性芦笋品种根系鲜质量有一定的抑制作用,抑制率在18%—32%。与第一次连作相比,第二次连作显著抑制了不同倍性芦笋品种的根系鲜质量。连作对四倍体芦笋品种‘井冈红’根系鲜质量的抑制作用显著小于二倍体芦笋品种‘井冈701’。

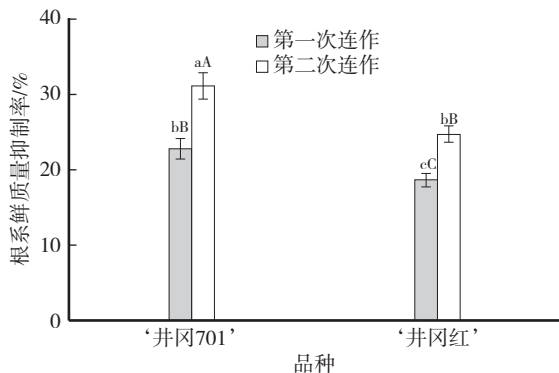


不同小写字母表示差异达5%显著水平,不同大写字母表示差异达1%显著水平。

图1 连作对不同倍性芦笋品种植株地上部鲜质量的影响
Fig.1 Effects of continuous cropping on aboveground part fresh weight of different ploidy asparagus varieties

2.3 连作对不同倍性芦笋品种株高的影响

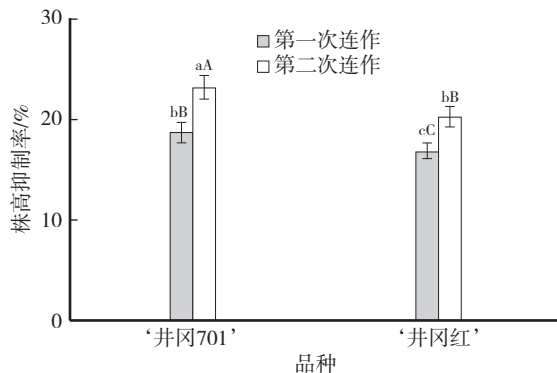
如图3所示,2次连作处理均对不同倍性芦笋品种株高有一定的抑制作用,抑制率在16%—23%。与第一次连作相比,第二次连作对不同倍性芦笋品种株高抑制率显著增加。连作对四倍体芦笋品种‘井冈红’株高的抑制率显著小于二倍体芦笋品种‘井冈701’。



不同小写字母表示差异达5%显著水平,不同大写字母表示差异达1%显著水平。

图2 连作对不同倍性芦笋品种根系鲜质量的影响

Fig. 2 Effects of continuous cropping on root system fresh weight of different ploidy asparagus varieties



不同小写字母表示差异达5%显著水平,不同大写字母表示差异达1%显著水平。

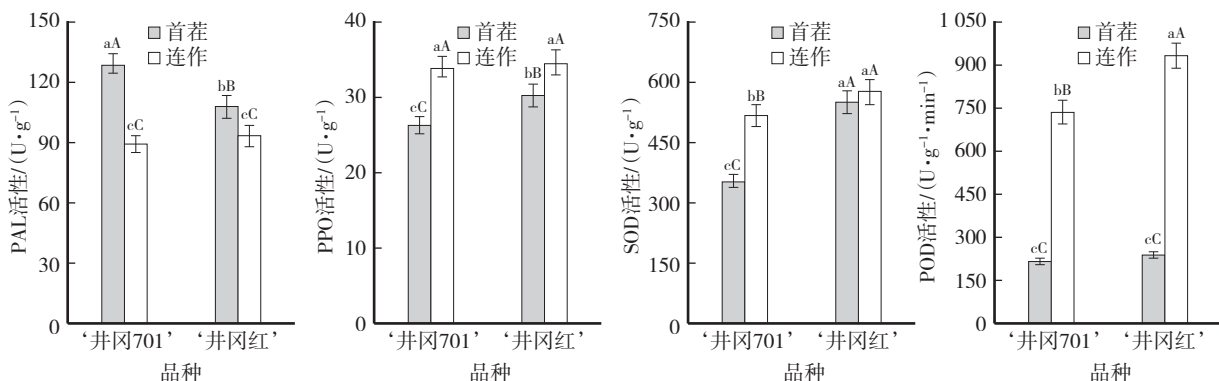
图3 连作对不同倍性芦笋品种株高的影响

Fig. 3 Effects of continuous cropping on plant height of different ploidy asparagus varieties

2.4 连作对不同倍性芦笋种植株抗氧化酶活性的影响

2.4.1 连作对芦笋叶片抗氧化酶活性的影响

如图4所示,连作处理增加了2个倍性芦笋品种叶片的PPO、SOD和POD活性,但PAL活性均有所下降,‘井冈红’叶片的PAL活性略高于‘井冈701’。连作处理后,‘井冈红’叶片的PPO活性与‘井冈701’处于同一显著水平;‘井冈701’叶片的SOD活性低于‘井冈红’,但‘井冈701’叶片的SOD活性增加幅度较大;2个品种POD活性均显著增高,且‘井冈红’叶片的POD活性高于‘井冈701’。以上结果表明,与二倍体芦笋品种‘井冈701’相比,四倍体芦笋品种‘井冈红’叶片具有较强的抗氧化能力,且在连作胁迫下,叶片的抗氧化酶活性增强。



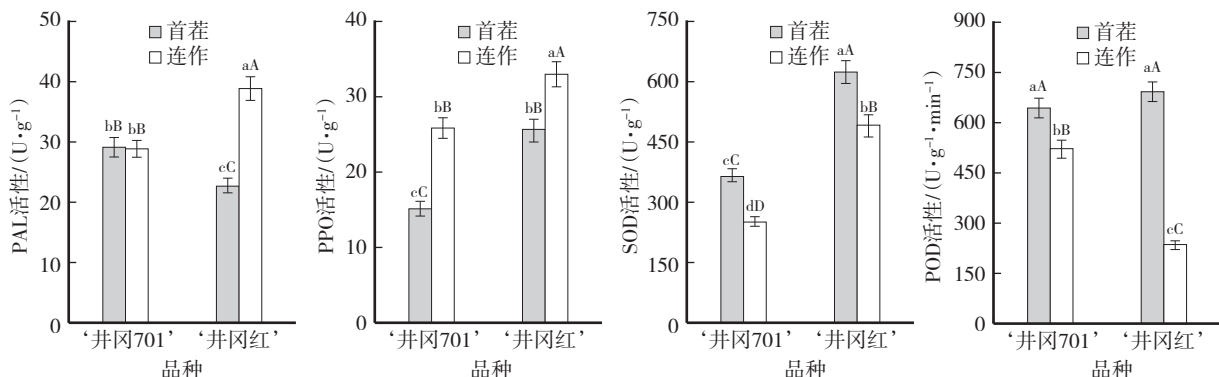
不同小写字母表示差异达5%显著水平,不同大写字母表示差异达1%显著水平。

图4 连作对不同倍性芦笋品种叶片抗氧化酶活性的影响

Fig. 4 Effects of continuous cropping on antioxidant enzyme activities in leaves of different ploidy asparagus varieties

2.4.2 连作对芦笋根系抗氧化酶活性的影响

如图5所示,总体来看,连作处理后,2个芦笋品种根系的PAL和PPO活性增加,SOD和POD活性下降。‘井冈红’根系的PAL活性在连作前低于‘井冈701’,PPO、SOD和POD活性均高于‘井冈701’;连作处理后,‘井冈红’根系的PAL、PPO和SOD活性均高于‘井冈701’,仅POD活性低于‘井冈701’。连作处理后,‘井冈红’根系的PAL活性显著增加,‘井冈701’略有下降;2个品种根系的POD活性均有所下降;连作前后,‘井冈红’根系SOD活性均高于‘井冈701’。以上结果表明,在连作胁迫下,与二倍体芦笋品种‘井冈701’相比,四倍体芦笋品种‘井冈红’根系抗氧化酶活性较强。



不同小写字母表示差异达5%显著水平,不同大写字母表示差异达1%显著水平。

图5 连作对不同倍性芦笋根系抗氧化酶活性的影响

Fig. 5 Effects of continuous cropping on antioxidant enzyme activities in root system of different ploidy asparagus varieties

3 结论与讨论

通常情况下,多倍性作物对环境的适应能力更强,在逆境胁迫下表现出较强的抗逆性^[15-16]。本研究发现,连作处理显著降低了不同倍性芦笋品种植株地上部和根系鲜质量,且对二倍体品种的影响较四倍体品种更大,表明四倍体芦笋品种具有较强的抗逆性。

在正常情况下,植物体内活性氧的产生与清除是一个动态平衡的状态;在受到外界逆境胁迫时,该平衡会被打破,活性氧积累增加。活性氧作为信号分子对胁迫做出反应,经过一系列的信号传递,激发和诱导多种抗氧化酶活性增强^[17],这是植物在长期进化适应过程中形成的一种保护系统,用以清除过量的活性氧(ROS),减轻氧化胁迫伤害。植物启动的抗氧化酶包括SOD、PPO、POD、CAT和APX(抗坏血酸过氧化物酶)等,能够在清除和维持植物体内自由基平衡方面发挥重要作用,清除体内过剩的·OH和H₂O₂等,从而减轻其对植物细胞膜的过氧化等伤害^[18-20]。在自毒作用胁迫下,植株叶片SOD、POD、CAT活性均显著下降,可能是自毒胁迫使植物体内产生过多活性氧,且不能被有效清除,抑制了酶活性,降低了植物自身的保护能力^[21-22]。本研究发现,在首茬条件下,四倍体芦笋品种‘井冈红’抗氧化酶活性高于二倍体芦笋品种‘井冈701’,连作处理增加了2个不同倍性芦笋品种体内抗氧化酶活性,且四倍体品种抗氧化酶活性显著高于二倍体品种,表明多倍性芦笋品种具有较强的活性氧清除能力,在连作胁迫下可以增强抗氧化物代谢以消除逆境损伤。

参 考 文 献

- [1] DAWID C, HOFMANN T. Identification of sensory-active phytochemicals in asparagus (*Asparagus officinalis* L.) [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2012, 60(48): 11877-11888.
- [2] BENSON B L. Update of the world's asparagus production areas, spear utilization and production periods [J]. Acta Horticulturae, 2012, 950: 87-100.
- [3] Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT [DS/OL]. [2019-09-01]. <http://faostat3.fao.org>.
- [4] YEASMIN R, NAKAMATSU K, MATSUMOTO H, et al. Inference of allelopathy and autotoxicity to varietal resistance of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) [J]. Australian Journal of Crop Science, 2014, 8(2): 251-256.
- [5] SYMES A, SHAVANDI A, ZHANG H X, et al. Antioxidant activities and caffeic acid content in New Zealand asparagus (*Asparagus officinalis*) roots extracts [J]. Antioxidants, 2018, 7(4): 52.
- [6] NOPERI-MOSQUEDA L C, LÓPEZ-MORENO F J, NAVARRO-LEÓN E, et al. Effects of asparagus decline on nutrients and phenolic compounds, spear quality, and allelopathy [J]. Scientia Horticulturae, 2020, 261: 109029.
- [7] YIN Y L, ZHOU J S, TANG Y P, et al. Superiority of tetraploid Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) in continuous cropping [J]. Allelopathy Journal, 2020, 49(1): 89-98.
- [8] KATO-NOGUCHI H, NAKAMURA K, OHNO O, et al. Asparagus decline: Autotoxicity and autotoxic compounds in asparagus rhizomes [J]. Journal of Plant Physiology, 2017, 213(7): 23-29.
- [9] KATO-NOGUCHI H, NAKAMURA K, OKUDA N. Involvement of an autotoxic compound in asparagus decline [J]. Journal of Plant Physiology, 2018, 224/225: 49-55.

- [10] GODFREE R C, MARSHALL D J, YOUNG A G, et al. Empirical evidence of fixed and homeostatic patterns of polyploid advantage in a keystone grass exposed to drought and heat stress [J]. *Royal Society Open Science*, 2017, 4(11):170934.
- [11] WEI N, CRONN R, LISTON A, et al. Functional trait divergence and trait plasticity confer polyploid advantage in heterogeneous environments [J]. *New Phytologist*, 2019, 221:2286-2297.
- [12] STEVENS A V, NICOTRA A B, GODFREE R C, et al. Polyploidy affects the seed, dormancy and seedling characteristics of a perennial grass, conferring an advantage in stressful climates [J]. *Plant Biology*, 2020, 22(3):500-513.
- [13] RUMANA Y, SATORU M, SADAHIRO Y, et al. Allelochemicals inhibit the growth of subsequently replanted asparagus (*Asparagus officinalis* L.) [J]. *Biological Agriculture and Horticulture*, 2013, 29(3):165-172.
- [14] RUMANA Y, FRANK K, SATORU M, et al. Root residue amendment on varietal allelopathy and autotoxicity of replanted asparagus (*Asparagus officinalis* L.) [J]. *Experimental Agriculture and Horticulture*, 2013, 2(1):31-44.
- [15] ZHU H J, ZHAO S J, LU X Q, et al. Genome duplication improves the resistance of watermelon root to salt stress [J]. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2018, 133:11-21.
- [16] RAO S P, TIAN Y R, XIA X L, et al. Chromosome doubling mediates superior drought tolerance in *Lycium ruthenicum* via abscisic acid signaling [J]. *Horticulture Research*, 2020, 7:40.
- [17] MITTLER R. ROS are good [J]. *Trends in Plant Science*, 2017, 22(1):11-19.
- [18] BABAEI K, SHARIFI R S, PIRZAD A, et al. Effects of bio fertilizer and nano Zn-Fe oxide on physiological traits, antioxidant enzymes activity and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress [J]. *Journal of Plant Interactions*, 2017, 12(1):381-389.
- [19] ZHANG L B, FENG M G. Antioxidant enzymes and their contributions to biological control potential of fungal insect pathogens [J]. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2018, 102:4995-5004.
- [20] LI J S, SHI C, WANG X F, et al. Hydrogen sulfide regulates the activity of antioxidant enzymes through persulfidation and improves the resistance of tomato seedling to Copper Oxide nanoparticles (CuO NPs)-induced oxidative stress [J]. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2020, 156(11):257-266.
- [21] ZHANG Z H, CAO B L, CAO S, et al. Grafting improves tomato drought tolerance through enhancing photosynthetic capacity and reducing ROS accumulation [J]. *Protoplasma*, 2019, 256:1013-1024.
- [22] WANG X Q, DU D G, LU X F, et al. Characteristics of mitochondrial membrane functions and antioxidant enzyme activities in strawberry roots under exogenous phenolic acid stress [J]. *Scientia Horticulturae*, 2019, 248(4):89-97.

(责任编辑:闫其涛)