

伴生燕麦对连作辣椒叶片保护酶活性及根际土壤微环境的影响

高晶霞, 谢 华*

(宁夏农林科学院园艺研究所, 银川 750002)

摘要:为提高辣椒连作的生长能力,研究伴生作物对连作辣椒土壤微环境的改善能力。以伴生燕麦为研究对象,根据具体盆栽试验,设置伴生燕麦组及单作辣椒组,分析伴生燕麦对试验辣椒品种叶片生长能力及土壤微环境的改善情况。结果表明:伴生燕麦处理可以提高辣椒叶片的可溶性糖含量、过氧化氢酶活性,分别比CK增加62.2%和83.3%,伴生燕麦处理降低了辣椒叶片的可溶性蛋白含量,但辣椒果实维生素C含量和可溶性糖含量明显高于CK,分别比CK增加55.00%和19.72%,伴生燕麦处理的辣椒果实可溶性蛋白和干物质含量低于CK,分别减少44.44%和7.6%;经伴生燕麦处理后辣椒叶片的蒸腾速率、气孔导度、光合速率及胞间CO₂浓度均低于CK,分别比CK减少154.4%、1115.80%、11.47%和116.32%,叶绿素含量高于CK,比对照增加3.3%;伴生燕麦处理的荧光参数F₀、F_m和F_v均低于CK,分别降低21.65%、22.12%和20.1%,荧光参数F₀/F_m和F_v/F_m与CK并无差异,伴生处理的F_v/F₀大于CK,对比增加2.18%。同时经伴生燕麦处理的过氧化氢酶、纤维素酶和蔗糖酶的活性均高于CK,增加4.35%、127.66%和3.95%,土壤脲酶活性低于CK,比对照降低10.72%。综上所述,伴生燕麦可以提高辣椒叶片保护酶的活性,改善连作辣椒根际土壤微环境,为拱棚辣椒丰产栽培提供理论依据。

关键词:连作辣椒;伴生燕麦;叶片;土壤微环境

中图分类号:S641.3

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2023)04-0086-04

Effects of Associated Oat on Protective Enzyme Activity and Rhizosphere Soil Microenvironment of Continuously Cultivated Pepper Leaves

GAO Jingxia, XIE Hua*

(Institute of Horticulture, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China)

Abstract: In order to improve the growth ability of pepper continuous cropping, the ability of companion crops to improve the soil microenvironment of continuous pepper cropping was studied. Taking the companion oats as the research object of companion crops, according to the specific pot experiment, the companion oat group and the single-cropping pepper group were set up to analyze the effect of the companion oats on the leaf growth ability of the test pepper varieties and the improvement of the soil microenvironment. The results showed that the soluble sugar content and catalase activity of pepper leaves were increased by 62.2% and 83.3% compared with CK, respectively, there was no difference in malondialdehyde content between leaves and CK. Treatment with associated oats reduced the soluble protein of pepper leaves. However, the vitamin C content and soluble sugar content of pepper fruits were significantly higher than that of CK, which increased by 55.00% and 19.72%, respectively. The soluble protein and dry matter content of pepper fruits treated with associated oats were lower than CK, which decreased by 44.44% and 7.6%, respectively. The transpiration rate, stomatal conductance, photosynthetic rate and carbon dioxide concentration of pepper leaves treated with associated oatmeal were lower than CK, which were reduced by 154.5%, 1115.8%, 11.47% and 116.32%, respectively. However, the chlorophyll content increased by 3.3% compared with CK. The fluorescence parameters F₀, F_m, and F_v of the associated oat treatment were lower than those of CK, with decreased by 21.65%, 22.12%, and 20.1%, respectively. The fluorescence parameters F₀/F_m and F_v/F_m showed no significant

收稿日期:2022-08-12

基金项目:宁夏回族自治区农业科技自主创新基金项目(NGST2021)

作者简介:高晶霞(1984-),女,助理研究员,硕士,从事蔬菜栽培及育种等研究工作。

通讯作者:谢 华,男,研究员,E-mail: xiehua0002@163.com

difference than CK, the F_v/F_0 of the associated treatment was greater than that of CK, and the contrast increased by 2.18%. The activities of hydrogen peroxide, cellulase and sucrase treated with associated oats were higher than CK, increasing by 4.35%, 127.66% and 3.95%, and soil urease activity was lower than CK, decreasing by 10.72%. In summary, the associated oat could improve the activity of protective enzymes in pepper leaves, improve the soil microenvironment of rhizosphere of pepper in continuous cropping, and provide a theoretical basis for high-yield cultivation of pepper in arch shed.

Key words: Continuous cropping pepper; Associated oats; Leaf; Soil microenvironment

辣椒是我国常见的蔬菜之一,需求量逐年提升。目前我国各地都有辣椒种植基地,随着辣椒种植面积的增加,辣椒连作障碍逐渐影响了辣椒的生长,改善连作辣椒的植物特性成为目前研究的热门问题之一^[1-2]。

土壤连作破坏土壤的内部养分及微生物环境,进而造成连作辣椒发育缓慢、品质下降以及总体产量降低等问题^[3]。这已经成为制约我国蔬菜作物可持续发展的瓶颈问题^[4-5]。大量研究显示,通过植物伴生的相互作用,可以有效改善土壤的生态环境,同时与种植作物进行化感反应,抑制杂草滋生及病虫害蔓延,大幅提高植物的产量及品质^[6-7]。学者通过研究给出目前主要的伴生作物种类通常为禾本科作物,其根系具有很强的化感作用,通过分泌不同物质改变土壤微生物的含量^[8],增加土壤有益微生物菌的含量以及土壤酶活性,进而提高土壤的抗病虫害能力,同时根系分泌物还对土壤中的重金属进行分解^[9],降低了重金属等有害物质对土壤的破坏,增强了土壤的可持续耕种能力^[10-11]。也有学者研究发现,目前伴生作物虽然能够有效改善土壤微环境及抗病虫害,但有时也会影响种植作物的生长发育,两者产生竞争关系,这与所选择伴生植物有一定关联,因此要通过仔细筛选伴生植物,调节土壤环境,改善连作土壤环境的压力^[12-14]。

基于上述研究,通过筛选各种伴生作物,最终选择燕麦为伴生作物,以给定辣椒品种和试验田为研究对象,通过辣椒种植指标与土壤微环境指标来分析伴生燕麦对连作辣椒障碍的改善,同时为我国辣椒大面积种植提供理论及具体实践指导。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

辣椒品种选择亨椒新冠龙,由宁夏嘉禾源种苗有限公司提供,伴生品种为带皮燕麦,由宁夏银川市西北农资城提供。肥料为蔬菜专用肥料,

由宁夏尚博农植物保护有限公司提供。辣椒种植的土壤基地选择在彭阳县新集乡辣椒核心试验基地。

1.2 试验方法

本研究在试验基地的大棚中进行,将有机肥加入土壤,放置在花盆中,花盆直径为40 cm×29 cm。以单作辣椒作为对照组(CK),以伴生燕麦作为处理组(处理1),伴生燕麦在辣椒定植5 d后进行处理,每盆均匀撒播30粒种子,当燕麦生长后,留茬5 cm,并放大棚中进行常规处理,定期浇水,不加任何药剂,也不进行除草。30 d后对辣椒的生长指标及土壤的微生物指标进行测量,土壤样本取出后在4℃下保存。

1.3 指标测定

1.3.1 辣椒叶片指标的测定

叶片的可溶性蛋白含量采用染色法、酶活性采用紫外光吸收法、丙二醛含量采用硫代巴比妥酸法测定。每个样品重复测定3次。

1.3.2 辣椒果实品质的测定

果实的维生素C含量采用滴定法、可溶性糖含量采用比色法测定,其他方法同1.3.1,称重采用分析天平,每个样品重复测定3次。

1.3.3 叶绿素含量测定

定植30 d后,采集生长点下第2片展开叶,采用SPAD502叶绿素仪测定叶绿素含量,测定5次取平均值。

1.3.4 辣椒叶片光合参数和荧光参数的测定

定植30 d后,采用便携式光合测定系统(Li-6400,美国)于10:00~11:00进行光合参数的测定,净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)、胞间隙 CO_2 浓度(C_i)和蒸腾速率(Tr)由系统直接得到,每个叶片重复测定3次,取平均值。荧光参数采用PAM2100调制荧光仪(德国Walz公司生产)进行测定。每个处理重复测定3次。

1.3.5 土壤酶活性的测定

土壤中的脲酶活性采用靛酚蓝比色法测定;过氧化氢酶活性采用高锰酸钾滴定法测定;蔗糖酶、纤维素酶活性采用3,5-二硝基水杨酸比

色法测定。

1.4 数据分析

采用SPSS 26统计分析软件进行数据分析,不同处理方式的比较采用Duncan's新复极差法($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 伴生燕麦对辣椒叶片生长指标的影响

由表1可知,伴生燕麦处理后辣椒叶片的可溶性糖含量高于CK,为0.73%,比CK增加62.2%;可溶性蛋白含量低于CK;过氧化氢酶活性明显高于CK,为0.11 $\mu\text{mol}/\text{min}$,比CK增加83.3%;叶片丙二醛含量与CK无差异,均为0.16 mmol/g 。由此说明,伴生燕麦可以促进叶片保护酶活性的升高。

表1 伴生燕麦对连作辣椒叶片生长指标的影响

| 处理 | 可溶性糖 (%) | 可溶性蛋白 (%) | 过氧化氢酶 ($\mu\text{mol}/\text{min}$) | 丙二醛 (mmol/g) |
|-----|----------|-----------|--------------------------------------|--------------------------------|
| CK | 0.45 | 0.29 | 0.06 | 0.16 |
| 处理1 | 0.73 | 0.27 | 0.11 | 0.16 |

2.2 伴生燕麦对辣椒叶片光合特性的影响

由表2可以看出,伴生燕麦辣椒叶片蒸腾速率高于CK,为5.98 $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,比CK增加154.5%;气孔导度高于CK,为1467.5 $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,比CK增加1115.8%;净光合速率高于CK,为19.74 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,比CK增加11.47%;伴生燕麦处理的胞间 CO_2 浓度高于CK,为345.03 $\mu\text{mol}/\text{mol}$,比CK增加116.32%。

表2 处理方式对光合特性的影响

| 处理 | 蒸腾速率 [$\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] | 气孔导度 [$\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] | 净光合速率 [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] | 胞间 CO_2 浓度 ($\mu\text{mol}/\text{mol}$) |
|-----|--|--|---|--|
| CK | 2.35 | 120.70 | 17.71 | 159.50 |
| 处理1 | 5.98 | 1467.50 | 19.74 | 345.03 |

2.3 伴生燕麦对辣椒叶片叶绿素含量的影响

如图1所示,伴生燕麦处理的辣椒叶片叶绿

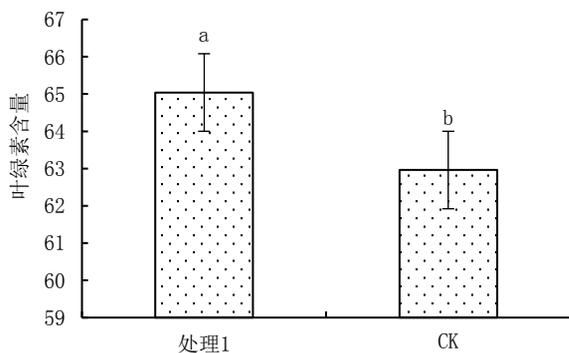


图1 伴生燕麦对连作辣椒叶片叶绿素含量的影响

素含量SPAD为65.04,比CK增加3.3%。由此说明,伴生燕麦可以促进辣椒叶片中光合色素含量的升高,从而增强叶片捕捉和利用光能的能力,同时也影响了光能在叶绿体中的分配^[6]。

2.4 伴生燕麦对辣椒叶片荧光特性的影响

由表3可以看出,伴生燕麦辣椒叶片荧光参数 F_0 比CK降低21.65%, F_m 比CK降低22.12%, F_v 比CK降低20.1%, F_0/F_m 和 F_v/F_m 与CK并无差异, F_v/F_0 比CK增加2.18%。

表3 伴生燕麦对辣椒叶片荧光特性的影响

| 处理 | F_0 | F_m | F_v | F_0/F_m | F_v/F_m | F_v/F_0 |
|-----|--------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| CK | 654.50 | 2749.97 | 2095.47 | 0.24 | 0.76 | 3.21 |
| 处理1 | 512.80 | 2187.00 | 1674.20 | 0.24 | 0.76 | 3.28 |

2.5 不同伴生燕麦对土壤微环境的影响

由表4可知,伴生燕麦处理的土壤过氧化氢酶活性为0.24 $\mu\text{mol}/\text{min}$,比CK增加4.35%;土壤脲酶活性低于CK,比CK降低10.72%;土壤纤维素酶活性明显高于CK,为1.07 $\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$,比CK增加127.66%;土壤蔗糖酶活性高于CK,为24.19 $\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$,比CK增加3.95%。

表4 伴生燕麦对连作辣椒土壤微环境的影响

| 处理 | 过氧化氢酶 ($\mu\text{mol}/\text{min}$) | 脲酶 [$\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$] | 纤维素酶 [$\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$] | 蔗糖酶 [$\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{h})$] |
|-----|--------------------------------------|--|--|---|
| CK | 0.23 | 71.82 | 0.47 | 23.27 |
| 处理1 | 0.24 | 64.12 | 1.07 | 24.19 |

2.6 不同伴生燕麦对辣椒果实的影响

由表5可知,伴生燕麦处理的辣椒果实维生素C含量为193.80 $\text{mg}/100 \text{g}$,比CK增加55.00%;可溶性糖含量明显高于CK,为0.85%,比CK增加19.72%;可溶性蛋白含量明显低于CK,比CK减少44.44%;辣椒干物质含量低于CK,比CK减少7.60%。说明伴生燕麦栽培可以提高辣椒果实品质。

表5 处理方式对果实指标的影响

| 处理 | 维生素C ($\text{mg}/100 \text{g}$) | 可溶性糖 (%) | 可溶性蛋白 (%) | 干物质含量 (%) |
|-----|-----------------------------------|----------|-----------|-----------|
| CK | 125.03 | 0.71 | 0.27 | 10.93 |
| 处理1 | 193.80 | 0.85 | 0.15 | 10.10 |

3 讨论与结论

蔬菜作物连作障碍已经成为影响蔬菜大面积、高产量种植的关键因素,通过伴生作物改善主要种植作物的生长品质已经成为目前的主要手

段措施之一^[15-16],同时伴生作物对土壤微环境的改变也起到重要作用,土壤酶活性是评价生态环境的重要指标,土壤酶活性的提高能够有效提高土壤活性,促进根系养分吸收,并能提升土壤的抗病虫能力^[17-19]。另外,伴生作物能够有效降低土壤过氧化氢酶呈逐步升高的趋势^[20-21],并提高土壤中脲酶含量,促进土壤微环境的良性改变^[22-23]。

本试验测定了伴生燕麦对辣椒叶片酶活性、果实品质、光合特性、叶绿素含量、荧光参数和土壤酶活性等指标的影响,结果显示,伴生燕麦提高了辣椒叶片中可溶性糖含量和过氧化氢酶活性以及辣椒果实的维生素C含量和可溶性糖含量,伴生处理降低了辣椒叶片的光合参数和荧光参数。另外在本试验中,伴生燕麦处理降低了连作辣椒根际脲酶活性,这与植物之间的化感作用有关,需要进一步研究。

参考文献:

- [1] 王立浩,张正海,曹亚从,等.“十二五”我国辣椒遗传育种研究进展及其展望[J].中国蔬菜,2016(1):1-7.
- [2] 胡亮,陈宾.辣椒常见几种病害的发生及防治[J].现代园艺,2015(23):112-113.
- [3] 喻景权,周杰.“十二五”我国设施蔬菜生产和科技进展及其展望[J].中国蔬菜,2016(9):18-30.
- [4] Fu X, Li C, Zhou X, et al. Physiological response and sulfur metabolism of the *V. dahlia* infected tomato plants in tomato/potato onion companion cropping[J]. Scientific Reports, 2016, 6: 36445.
- [5] Gao D, Zhou X, Duan Y, et al. Wheat cover crop promoted cucumber seedling growth through regulating soil nutrient resources or soil microbial communities?[J]. Plant & Soil, 2017, 418(1-2): 17.
- [6] 韩哲.伴生小麦提高黄瓜霜霉病抗性的生理生化机制[D].哈尔滨:东北农业大学,2012.
- [7] 吴凤芝,潘凯,刘守伟.设施土壤修复及连作障碍克服技术[J].中国蔬菜,2013(13):39.
- [8] 徐伟慧,吴凤芝.西瓜根际土壤酶及微生物对小麦伴生的响应[J].浙江农业学报,2016,28(9):1588-1594.
- [9] 杨瑞娟,王腾飞,周希,等.禾本科作物伴生对番茄根区土壤酶活性、微生物及根结线虫的影响[J].中国蔬菜,2017(3):38-42.
- [10] 左元梅,张福锁.不同禾本科作物与花生混作对花生根区质外体铁的累积和还原力的影响[J].应用生态学报,2004,15(2):221-225.
- [11] 杨晶.辣椒与玉米间作对重金属吸收的影响及其机理的研究[D].沈阳:沈阳大学,2016.
- [12] Tringovska I, Yankova V, Markova D, et al. Effect of companion plants on tomato greenhouse production Scientia Horticulturae [J]. Scientia Horticulturae, 2015, 186: 31-37.
- [13] Borowy A. Growth and yield of stake tomato under no-tillage cultivation using hairy vetch as a living mulch[J]. Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus, 2012, 11(2): 229-252.
- [14] Kolota E, Adamczewska Sowinska K. Living mulches in vegetable crops production: perspectives and limitations[J]. Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus, 2013, 12(6): 127-142.
- [15] 喻景权,杜尧舜.蔬菜设施栽培可持续发展中的连作障碍问题[J].沈阳农业大学学报,2000(1):124-126.
- [16] 张福建,陈昱,杨有新,等.伴生大麦和芥菜对连作辣椒叶片保护酶活性及根际土壤环境的影响[J].中国蔬菜,2018(2):42-46.
- [17] 宫欢欢,尤一泓,林勇明,等.不同林龄木麻黄纯林土壤酶活性与土壤养分研究[J].江西农业大学学报,2017,39(3):516-524.
- [18] Gar Ci/A-Gil J C, Plaza C, Soler-Rovira P, et al. Long-term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass [J]. Soil Biology and Biochemistry,2000,32(13):1907-1913.
- [19] 邱莉萍,刘军,王益权,等.土壤酶活性与土壤肥力的关系研究[J].植物营养与肥料学报,2004,10(3):277-280.
- [20] 唐艳领.微生物肥在设施辣椒连作障碍克服中的应用研究[D].郑州:河南农业大学,2014.
- [21] 张为政,祝廷成,张镇媛,等.作物茬口对土壤酶活性和微生物的影响[J].土壤肥料,1993(5):12-14.
- [22] 徐伟慧.伴生小麦对西瓜生长及枯萎病抗性调控的机理研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2016.
- [23] 孟亚利,王立国,周治国,等.麦棉两熟复合根系群体对棉花根际非根际土壤酶活性和土壤养分的影响[J].中国农业科学,2005,38(5):904-910.

(责任编辑:王昱)