

不同前茬对线辣椒生长生理和品质的影响

贾文燕¹, 梁银丽^{1,2}, 白彩虹¹, 朱艳丽³, 彭强⁴, 林兴军², 陈晨³

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100;
3. 西北农林科技大学生命科学院, 陕西 杨凌 712100; 4. 西北农林科技大学林学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 通过对不同前茬作物下线辣椒植株生长、叶片酶活性和品质及其相关性的研究, 为线辣椒合理种植模式提供科学依据。试验于 2007 年 10 月~ 2009 年 9 月采用小区调查取样和室内实验相结合的方法, 测定了不同轮作制度下线辣椒植株形态指标、叶片酶活性、产量和果实品质。结果表明: 茼蒿茬和大蒜茬均显著提高了线辣椒叶面积和叶片保护酶活性, 降低了叶片丙二醛(MDA)含量, 小麦茬显著提高了线辣椒果实维生素 C(Vc)含量; 与茼蒿茬和大蒜茬相比, 小麦茬线辣椒果实产量较低; 线辣椒叶片 MDA 含量与果实 Vc 含量之间呈正相关, 而与果实含水量之间呈显著负相关, 叶片过氧化氢酶(CAT)活性与果实 Vc 含量之间呈显著负相关。得出, 在本试验条件下大蒜和茼蒿均为线辣椒较适宜的前茬作物。

关键词: 线辣椒; 前茬作物; 形态指标; 酶活性; 品质; 相关性

中图分类号: S641.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-7601(2011)01-0151-06

辣椒(*Capsicum annuum* L.)是我国广泛种植的经济作物之一,在农产品出口中占有一定的比例,尤其是线辣椒,它是我国农产品出口创汇的名优特产^[1],其产值约占世界辣椒总产值的 15.95%^[2]。影响线辣椒生长的因素很多,多数研究者将研究因素主要集中于水肥对辣椒生长的影响,而对于轮作影响线辣椒的研究较少。由于合理轮作不仅可以产生生产效益,也可以产生经济效益。因此,探讨线辣椒合理的轮作制度对其生长生理、产量及品质的影响,对优化线辣椒栽培模式有重要意义。影响辣椒生长的因素很多,近年来关于水肥^[3-5]和光照强度^[6]对辣椒植株生长发育、生理指标、产量及品质的报道较多。曾化伟等^[7]研究表明,土壤含水量一致时,施氮能显著增加辣椒果实 Vc、干物质和可溶性糖等物质含量,但施氮过多将会导致 Vc 含量的下降;施氮量一致时,辣椒果实 Vc 含量随土壤含水量的下降而显著增加。睦晓蕾等^[6]研究表明,弱光可以使辣椒植株叶片数减少,叶绿素 a/b 以及壮苗指数下降,并且显著抑制了辣椒生物产量与经济产量的形成,使植株同化物向茎叶的分配比例增加,向果实的分配比例减少^[8]。关于轮作对线辣椒植株生理生长、产量及品质的影响报道较少。本文研究了不同前茬对线辣椒生长生理指标、果实产量与品质的影响,以期对线辣椒合理种植模式提供理论依据。

1 材料与方法

试验于 2007 年 10 月~ 2009 年 9 月在西北农林科技大学水土保持研究所试验场进行,试验地土壤为黑垆土。2007 年 10 月试验前 0~ 20 cm 土层养分状况为:有机质 14.78 g/kg,碱解氮 59.48 mg/kg,有效磷 23.49 mg/kg,有效钾 71.63 mg/kg, pH 8.1。2008 年 10 月试验前 0~ 20 cm 土层养分状况为:有机质 15.14 g/kg,碱解氮 62.28 mg/kg,有效磷 26.31 mg/kg,有效钾 70.20 mg/kg, pH 8.2。

1.1 试验设计

2007 年 10 月~ 2008 年 9 月: 设茼蒿(*Lactuca sativa* L.)和小麦(*Triticum aestivum* L.) 2 个前茬处理(分别记为 T1 和 T2),重复 4 次,分别于 2007 年 10 月与 2007 年 11 月种植,两个作物前茬均为玉米,土壤均匀一致。茼蒿和小麦均于 2008 年 5 月中下旬收获。小区面积为 14.4 m²(2.4 m × 6.0 m),水肥处理一致。供试线辣椒品种为陕西岐山县的“绿丰椒王”,2008 年 5 月 28 日移栽,每小区 4 行,每穴 2 株,穴距 0.6 m × 0.4 m。移栽前向土壤中施入尿素 56.46 kg/hm²、磷酸二铵 75.00 kg/hm²、钾肥(硫酸钾)90.28 kg/hm²。2008 年 6 月 28 日每小区选长势一致的 10 株标记。2008 年 7 月 15 日和 2008 年 8 月 26 日均追施尿素 28.23 kg/hm²、磷酸二铵 37.50

收稿日期: 2010-04-19

基金项目: 中国科学院重要方向项目(KZCX2-YW-443-3); 中国科学院西部行动项目(KZCX2-XB2-05-01); 中国科学院安塞站资助

作者简介: 贾文燕(1985-),女,甘肃陇西人,硕士,主要从事土壤条件与食品安全生产的研究。E-mail: jiawenyan850101@163.com。

通讯作者: 梁银丽(1957-),女,陕西咸阳人,研究员,理学博士,博士生导师,主要从事农业生态及作物生理生态研究。E-mail: liangyl@nwsu.ac.cn

kg/hm²、钾肥 45.14 kg/hm²。各处理线辣椒均于 2008 年 10 月 4 日拔苗。

2008 年 10 月~2009 年 9 月: 试验设莴笋、小麦和大蒜(*Allium sativum* L.) 3 个前茬处理(分别记为 T1、T2 和 T3), 重复 4 次, 均于 2008 年 10 月中旬种植, 种植前土壤均为玉米茬, 土壤均匀一致。小区面积 14.4 m²(2.4 m×6.0 m), 水肥处理一致。3 种作物均于 2009 年 5 月中下旬收获。供试线辣椒品种为陕西岐山县的“绿丰椒王”。2009 年 6 月 3 日移栽, 每小区种植 4 行, 每穴 2 株, 穴距 0.6 m×0.4 m。移栽前向土壤中施入尿素 56.46 kg/hm²、磷酸二铵 75.00 kg/hm²、钾肥(硫酸钾) 90.28 kg/hm²。2009 年 6 月 26 日每小区选长势一致的 10 株标记, 2009 年 7 月 8 日和 2009 年 8 月 10 日均追施尿素 28.23 kg/hm²、磷酸二铵 37.50 kg/hm²、钾肥 45.14 kg/hm²。各处理线辣椒均于 2009 年 9 月 25 日拔苗。

栽培管理与大田相同。灌水量控制在田间最大持水量的 70%~85%。

1.2 测定项目及方法

1.2.1 线辣椒植株形态指标 于 2008 年 10 月 3 日和 2009 年 9 月 24 日, 对挂牌植株进行测定。用卷尺测定线辣椒株高, 游标卡尺测定线辣椒茎粗, 系数法测定线辣椒叶面积^[9]。

1.2.2 产量测定 第 1 年: 线辣椒果实从 2008 年 7 月 16 日开始到 2008 年 10 月 3 日每隔 13 d 对红熟果实采摘一次, 并做动态记录, 最后将全部记录的线辣椒产量相加, 求出线辣椒总产量。

第 2 年: 线辣椒果实从 2009 年 7 月 13 日开始到 2009 年 9 月 24 日每隔 12 d 对红熟果实采摘一次, 并做动态记录, 最后将全部记录的线辣椒产量相加, 求出线辣椒总产量。

1.2.3 线辣椒叶片丙二醛(MDA)含量和叶片保护酶活性 分别于结果盛期(2008 年 8 月 22 日和 2009 年 8 月 19 日), 对每小区挂牌植株选生长一致的顶部 3~4 叶进行测定。丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸法^[9]测定; 超氧化物歧化酶(SOD)活性采用 NBT 还原法测定^[9]; 过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法测定^[10]; 过氧化氢酶(CAT)活性采用紫外分光光度比色法测定^[9]。各指标重复 3 次, 取其平均值。

1.2.4 线辣椒品质 每小区随机抽取长势均匀的 20 个成熟线辣椒果实, 捣碎磨成匀浆, 用钼蓝比色法^[9]测定 Vc 含量, 水合茚三酮比色法测定游离氨基酸含量^[9], 用 NaOH 滴定法测定有机酸含量^[9], 日本产 B-173 型电导仪测定电导率, 烘干法测定果实

含水量。线辣椒整个生育期各项营养品质指标均测定 6 次, 每次测定均重复 3 次, 最后取平均值。测定时间与产量测定时间一致。

1.3 数据分析

所得数据用 SAS 软件进行分析, LSR 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同前茬对线辣椒植株生长和产量的影响

2a 的试验结果显示, 不同前茬处理下线辣椒植株形态指标变化趋势基本一致(表 1)。第 1 年试验中线辣椒株高为莴笋茬>小麦茬, 无显著差异; 第 2 年线辣椒株高也以莴笋茬最高, 显著高出小麦茬和大蒜茬 6.15% 和 7.13%。2a 试验中, 各处理下线辣椒植株茎粗的变化趋势基本一致, 均以小麦茬最高, 莴笋茬最低, 但差异未达显著水平。第 1 年的线辣椒植株叶面积以莴笋茬最高, 显著高出小麦茬 12.52%; 第 2 年的植株叶面积变化趋势为大蒜茬>莴笋茬>小麦茬, 差异极显著。

从表 1 还可以看出, 2 年试验中线辣椒果实产量在不同前茬处理下变化趋势基本一致。第 1 年试验中线辣椒果实产量为莴笋茬>小麦茬, 但差异未达显著水平。而第 2 年线辣椒产量以大蒜茬最高, 分别为莴笋茬和小麦茬产量的 1.27 和 3.00 倍, 差异极显著。这可能是由于大蒜与小麦相比, 其根系较浅, 对土壤养分的吸收较少, 线辣椒可从土壤中吸收更多的养分, 从而使得大蒜茬处理下的线辣椒叶面积显著高于小麦茬, 最终果实产量高于小麦茬。还可能由于大蒜分泌的大蒜素可杀菌消毒, 预防病害, 从而降低了线辣椒植株的发病率, 提高了产量。

2.2 不同前茬对线辣椒叶片丙二醛(MDA)和保护酶活性的影响

前茬作物对线辣椒叶片生理指标有明显的影 响(表 2)。MDA 是由于植物组织器官衰老或在逆境条件下受伤害, 其组织或器官膜脂质发生过氧化反应而产生的。MDA 含量积累越多表明组织的保护能力越弱^[11]。从表 2 可以看出, 线辣椒叶片 MDA 含量均以小麦茬最高。第 1 年试验中线辣椒叶片 MDA 含量为小麦茬>莴笋茬, 而第 2 年线辣椒叶片 MDA 含量为小麦茬>莴笋茬>大蒜茬。

超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)是清除活性氧的关键酶, SOD 为清除 O₂⁻的专用酶, 通过催化 O₂⁻的歧化反应清除 O₂⁻, 同时产生 H₂O₂^[12], 从而对生物膜的功能和结构起保护作用, 而 POD 能催化 H₂O₂ 产生水和分子氧^[13]。由表 2 可以看出,

不同前茬下线辣椒叶片 SOD、POD 和 CAT 活性在 2 a 试验中的变化趋势基本一致。第 1 年试验中 SOD 和 POD 活性均以莴笋茬最高, 分别显著高出小麦茬 4.73% 和 23.10%。CAT 活性为莴笋茬 > 小麦茬, 但差异未达显著水平。第 2 年试验中 SOD 和 CAT 活性变化趋势均为大蒜茬 > 莴笋茬 > 小麦茬, 差异显著。大蒜茬线辣椒叶片 SOD 活性分别显著高出莴

笋茬和小麦茬 7.84% 和 13.40%; 大蒜茬线辣椒叶片 CAT 活性分别显著高出莴笋茬和小麦茬 9.53% 和 35.75%。线辣椒叶片 POD 活性变化趋势为大蒜茬 > 小麦茬 > 莴笋茬, 且有显著差异。2 a 试验的结果表明, 在不同前茬处理下, 线辣椒叶片 MDA 含量均以小麦茬最高, 而叶片 SOD 和 CAT 活性均以小麦茬最低。

表 1 不同前茬下线辣椒植株生长特性和产量

Table 1 The growth and yield of hot pepper with different preceding crops

年份 Year	处理 Treatment	株高 (cm) Height	茎粗 (mm) Stem diameter	叶面积 (cm ²) Area	产量 (kg/m ²) Yield
第 1 年 1st year	T1	79.86 ± 0.87 a	9.98 ± 0.46 a	19.01 ± 0.74 a	2.12 ± 0.12 a
	T2	78.44 ± 1.73 a	10.05 ± 0.16 a	17.14 ± 0.94 b	1.92 ± 0.36 a
第 2 年 2nd year	T1	116.13 ± 5.30 a	11.70 ± 1.36 a	19.27 ± 0.14 B	3.22 ± 0.22B
	T2	109.40 ± 1.27 b	11.90 ± 0.75 a	16.17 ± 0.19 C	1.36 ± 0.30 C
	T3	108.40 ± 4.03 b	11.73 ± 1.41 a	22.31 ± 0.59 A	4.08 ± 0.35A

注: 不同大、小写字母分别代表差异达 1% 和 5% 显著水平。

Note: Different capital and small letters mean significant difference at 1% and 5% level respectively.

表 2 不同前茬下线辣椒叶片丙二醛(MDA)含量和保护酶活性

Table 2 The MDA content and enzyme activity of hot pepper² leaves with different preceding crops

年份 Year	处理 Treatment	丙二醛 MDA (mmol/gFW)	超氧化物歧化酶 SOD [u/(g·h)]	过氧化物酶 POD (μ g/gFW)	过氧化氢酶 CAT [u/(g·min)]
第 1 年 1st year	T1	11.46 ± 1.67 a	562.48 ± 2.27 a	31.04 ± 25.01 a	143.74 ± 3.21 a
	T2	12.72 ± 1.62 a	537.07 ± 3.74 b	25.19 ± 17.42 b	132.34 ± 3.06 a
第 2 年 2nd year	T1	6.37 ± 0.38 a	279.09 ± 8.16 b	35.18 ± 25.83 b	145.51 ± 12.85 ab
	T2	6.59 ± 0.62 a	265.40 ± 4.90 b	48.04 ± 21.25 a	117.41 ± 13.25 b
	T3	6.18 ± 0.26 a	300.97 ± 9.10 a	49.66 ± 21.81 a	159.38 ± 8.85 a

注: 不同小写字母代表差异达 5% 显著水平。

Note: Different small letters mean significant difference at 5% level.

2.3 不同前茬对线辣椒果实品质的影响

从表 3 可看出, 2 a 试验中线辣椒果实 V_c 含量在各处理间均有显著差异, 均以小麦茬最高, 而其它测定品质各指标处理间均无显著差异。第 1 年试验中小麦茬线辣椒果实 V_c 含量显著高出莴笋茬 24.77%; 第 2 年试验中小麦茬线辣椒果实 V_c 含量分别显著高出莴笋茬和大蒜茬 34.73% 和 25.95%。2 a 试验中线辣椒果实电导率均以莴笋茬最高, 小麦茬最低。第 1 年试验中, 线辣椒果实游离氨基酸、有机酸和果实含水量均为小麦茬 > 莴笋茬。第 2 年试验中线辣椒果实游离氨基酸含量变化趋势为小麦茬 > 莴笋茬 > 大蒜茬, 而有机酸含量与游离氨基酸呈相反的趋势; 线辣椒果实含水量则为莴笋茬 > 大蒜茬 > 小麦茬。

2.4 线辣椒果实产量与品质指标的相关性

线辣椒果实产量与各品质指标之间的相关性

(表 4) 显示, 第 1 年试验中线辣椒果实产量与 V_c、游离氨基酸和有机酸含量之间均呈负相关。其中线辣椒果实产量与 V_c 含量相关性达到极显著水平。线辣椒产量与游离氨基酸之间虽未达到显著相关性, 但相关系数也达到了 -0.790。线辣椒果实产量与电导率和果实含水量均呈正相关, 相关性均未达到显著水平。

由表 4 还可以看出, 第 2 年试验中线辣椒果实产量与 V_c 含量、电导率和游离氨基酸含量之间均呈负相关。其中线辣椒果实产量与 V_c 和游离氨基酸含量之间的相关性均达到显著水平。线辣椒果实产量与有机酸和果实含水量之间的相关性均未达到显著水平。2 年试验中线辣椒果实产量与果实有机酸含量之间的相关性相反, 这可能与线辣椒果实电导率的变化有关。2 年试验结果整体表明, 线辣椒产量与果实品质呈负相关。

表 3 不同前茬下线辣椒果实的品质

Table 3 The quality of lot peper fruit with the different proceeding crops

年份 Year	处理 Treatments	Vc 含量(mg/ 100g) Vitamin C content	电导率(ms/ cm) Conductivity	游离氨基酸($\mu\text{g}/ \text{mg}$) Free amino acid	有机酸(%) Organic acid	含水量(%) Water content
第 1 年 1st year	T1	28.78 \pm 5.78 b	5.57 \pm 1.05 a	0.71 \pm 0.05 a	4.76 \pm 0.80 a	83.83 \pm 0.56 a
	T2	35.91 \pm 7.83 a	5.44 \pm 1.29 a	0.74 \pm 0.04 a	4.80 \pm 0.95 a	83.19 \pm 0.75 a
第 2 年 2nd year	T1	39.01 \pm 3.59 b	3.63 \pm 0.22 a	0.21 \pm 0.02 a	1.83 \pm 0.18 a	90.77 \pm 0.55 a
	T2	52.56 \pm 3.72 a	3.23 \pm 0.28 a	0.22 \pm 0.02 a	1.80 \pm 0.16a	90.55 \pm 0.97 a
	T3	41.73 \pm 2.72 b	3.26 \pm 0.30 a	0.19 \pm 0.02 a	2.51 \pm 0.41 a	90.75 \pm 0.71 a

注:不同小写字母代表差异达 5% 显著水平。

Note: Different small letters mean significant difference at 5% level.

表 4 线辣椒果实产量与品质的相关性

Table 4 Correlation between yield and quality of hot pepper

年份 Year	Vc	电导率 Conductivity	游离氨基酸 Free amino acid	有机酸 Organic acid	果实含水量 Water content of fruit
第 1 年 1st year	- 0.982**	0.646	- 0.790	- 0.523	0.687
第 2 年 2nd year	- 0.847*	- 0.485	- 0.822*	0.670	0.506

注:“*”代表在 5% 水平相关性显著;“**”代表在 1% 水平相关性显著。

Note: “*” means significant correlativity at 5% level; “**” means significant correlativity at 1% level.

2.5 线辣椒叶片 MDA 含量和保护性酶活性与品质指标的相关性

线辣椒叶片 MDA 含量和保护酶活性与果实品质指标的相关性分析结果(表 5)显示,第 1 年试验中 MDA 含量与果实电导率、游离氨基酸和含水量之间均呈负相关,而与 Vc 和有机酸含量呈正相关。

其中 MDA 含量与果实含水量之间的相关性达极显著水平。线辣椒叶片 SOD 和 POD 活性与果实品质之间的相关性变化趋势基本一致,相关性均未达到显著差异水平。叶片 CAT 活性和 MDA 含量与果实品质之间的相关性趋势相反,其中叶片 CAT 活性与果实 Vc 含量之间的相关性显著。

表 5 线辣椒果实 MDA 含量和保护酶活性与品质相关性

Table 5 Correlation between MDA content and enzyme activity of leaves and quality of hot pepper

年份 Year		Vc	电导率 Conductivity	游离氨基酸 Free amino acid	有机酸 Organic acid	果实含水量 Water content of fruit
第 1 年 1st year	MDA	0.485	- 0.692	- 0.169	0.748	- 0.974**
	SOD	- 0.540	0.534	- 0.229	- 0.578	- 0.487
	POD	- 0.582	0.451	- 0.197	0.696	- 0.439
	CAT	- 0.859*	0.120	0.241	- 0.286	0.800
第 2 年 2nd year	MDA	0.458	- 0.691	- 0.747*	0.619	- 0.936**
	SOD	- 0.480	- 0.644	- 0.215	0.881**	0.540
	POD	0.479	- 0.294	- 0.144	0.575	- 0.141
	CAT	- 0.718*	- 0.608	- 0.141	- 0.782*	0.580

注:“*”和“**”分别代表相关性在 5% 和 1% 水平显著。

Note: “*” and “**” mean significant correlativity at 5% and 1% level respectively.

第 2 年试验中线辣椒叶片 MDA 含量与果实各品质指标之间的相关性变化趋势与第 1 年的基本一致。其中 MDA 含量分别与游离氨基酸和果实含水量之间的相关性分别达到显著和极显著差异水平。SOD 活性与果实有机酸含量之间呈极显著正相关;CAT 活性分别与果实 Vc 和有机酸含量之间呈显著

负相关。POD 活性与果实各品质指标之间的相关性均无显著差异。

2 年试验结果表明,线辣椒叶片 MDA 含量与线辣椒 Vc 含量呈正相关,而与电导率、游离氨基酸和果实含水量呈负相关。叶片保护酶活性与 Vc 含量、游离氨基酸含量和果实含水量呈负相关。整体

而言, 线辣椒叶片 MDA 含量和保护酶活性与果实品质之间呈负相关。

3 讨 论

3.1 不同前茬对线辣椒植株生长和产量的影响

株高和茎粗为植株健康状况的重要指标, 其值越大, 说明植株生长越旺盛。不同前茬作物对后作物的株高、茎粗等指标的影响不同。大葱茬和糯玉米茬显著提高了黄瓜株高、茎粗、叶片数, 而番茄茬对黄瓜形态指标无显著影响^[14]; 玉米茬能促进黄瓜的生长发育, 而豆科作物抑制黄瓜的生长发育^[15]。本研究表明, 2 年试验中线辣椒株高均以莴笋茬最高, 而茎粗均以小麦茬最高。

叶面积的大小直接影响到光合能力的强弱。本研究中, 第 1 年试验线辣椒叶面积为莴笋茬 > 小麦茬; 第 2 年叶面积为大蒜茬 > 莴笋茬 > 小麦茬。2 年试验中的线辣椒果实产量均以小麦茬最低。说明小麦茬可能影响线辣椒叶片生长, 降低了光合能力, 进而影响了线辣椒产量。

3.2 不同前茬对线辣椒叶片丙二醛(MDA)和保护酶活性的影响

MDA 的含量与植物衰老及逆境伤害有密切关系。而 SOD 为氧自由基的酶清除剂, POD 和 CAT 主要起酶促降解 H₂O₂ 的作用^[16], 避免因其过量积累导致毒性更大的 OH⁻ 含量增加而对细胞产生伤害。本研究中, 在第 1 年试验中, 线辣椒叶片 MDA 含量为小麦茬 > 莴笋茬, 而 SOD、POD 和 CAT 活性均为莴笋茬 > 小麦茬。第 2 年 MDA 含量为小麦茬 > 莴笋茬 > 大蒜茬, 而 SOD、POD 和 CAT 活性均以大蒜茬最高。说明线辣椒植株在小麦茬处理下的抗逆性弱于莴笋茬和大蒜茬, 进而加速了线辣椒植株衰老的进程。

3.3 不同前茬对线辣椒果实品质的影响

合理轮作可以改善作物品质。研究表明, 小麦与苜蓿轮作能提高小麦的营养品质^[17], 小麦茬比甜菜茬更能提高春大麦籽粒中粗蛋白质含量^[18]。贺丽娜等^[19]研究表明, 前茬为番茄的黄瓜可溶性糖含量较高。本研究中, 2 年试验中线辣椒果实 Vc 含量在各处理间均有显著差异, 且均以小麦茬最高。说明不同前茬作物对线辣椒果实 Vc 含量影响较大。

3.4 线辣椒果实产量与品质指标的相关性

第 1 年试验中, 线辣椒果实产量与 Vc、游离氨基酸和有机酸含量之间均呈负相关, 而第 2 年试验中, 产量与 Vc 含量、电导率和游离氨基酸含量之间均呈负相关。研究表明线辣椒产量与品质呈显著负

相关, 这与陈平等^[20]的研究结果一致。

3.5 线辣椒叶片 MDA 含量和保护性酶活性与品质指标的相关性

2 年试验中线辣椒叶片 MDA 含量与线辣椒 Vc 含量呈正相关, 而与电导率、游离氨基酸和果实含水量呈负相关。叶片保护性酶活性与 Vc 含量、游离氨基酸含量和果实含水量呈负相关。

本试验中, 虽然小麦茬可以显著提高线辣椒 Vc 含量, 却也提高了叶片 MDA 含量、降低了叶片保护性酶活性。为了增强植株抗逆性、延缓植株衰老和提高果实产量, 应避免采用小麦茬。

4 结 论

在第 1 年试验中, 莴笋茬能够显著提高线辣椒叶面积和叶片保护性酶活性, 降低 MDA 含量, 延缓植株衰老, 提高线辣椒果实产量; 而小麦茬能够显著提高线辣椒果实 Vc 含量, 从而改善线辣椒果实品质。第 2 年试验中, 莴笋茬和大蒜茬能显著提高线辣椒叶面积和叶片保护性酶活性, 降低 MDA 含量, 提高植株抗逆性, 提高线辣椒产量; 而小麦茬显著提高线辣椒果实 Vc 含量, 从而改善果实品质。

本试验中, 大蒜茬和莴笋茬能够提高线辣椒果实产量, 降低线辣椒叶片 MDA 含量, 提高叶片保护性酶活性。因此, 大蒜和莴笋均为线辣椒较适宜的前茬作物。

参 考 文 献:

- [1] 徐 强, 程智慧, 孟焕文, 等. 玉米线辣椒套作对线辣椒根际、非根际土壤微生物、酶活性和土壤养分的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(3): 94—99.
- [2] 孙 雁, 周天富, 王云月, 等. 辣椒玉米间作对病害的控制作用及其增产效应[J]. 园艺学报, 2006, 33(5): 995—1000.
- [3] Dorji K, Behboudian M H, Zegbe Dominguez J A. Water relations, growth, yield, and fruit quality of hot pepper under deficit irrigation and partial rootzone drying[J]. Scientia Horticulturae, 2005, 104: 137—149.
- [4] Gadissa T, Chemeck D. Effects of drip irrigation levels and planting methods on yield and yield components of green pepper (*Capsicum annuum* L.) in Bako, Ethiopia[J]. Agricultural Water Management, 2009, 96: 1673—1678.
- [5] Silber A, Bar Tal A, Levkovich I, et al. Manganese nutrition of pepper (*Capsicum annuum* L.): Growth, Mn uptake and fruit disorder incidence[J]. Scientia Horticulturae, 2009, 123: 197—203.
- [6] 睦晓蕾, 张宝玺, 张振贤, 等. 弱光条件下不同基因型辣椒幼苗光合与生长的差异[J]. 农业工程学报, 2005, 21: 41—45.
- [7] 曾化伟, 张恩让, 谭亮萍, 等. 土壤水分含量与施氮量对辣椒产量与品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(12): 3614—3617.
- [8] 睦晓蕾, 张振贤, 张宝玺, 等. 不同基因型辣椒光合及生长特性

- 对弱光的响应[J]. 应用生态学报, 2006, 17(10): 1877—1882.
- [9] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安: 世界图书出版公司, 2000: 116, 142—144, 160—163, 192—199.
- [10] 姜义宝, 郑秋红, 王成章, 等. 超干贮藏对菊苣种子活力与抗氧化性的影响[J]. 草业学报, 2009, 18(5): 93—97.
- [11] 周建, 张琳, 袁德义, 等. 可见分光光度法测定胁迫中合欢幼苗的生理指标[J]. 光谱学与光谱分析, 2008, 28(2): 418—421.
- [12] Gao J J, Li T, Yu X C. Gene expression and activities of SOD in cucumber seedlings were related with concentrations of Mn^{2+} , Cu^{2+} , or Zn^{2+} under low temperature stress[J]. Agricultural Sciences in China, 2009, 8(6): 678—684.
- [13] Meloni D A, Oliva M A, Martinez C A, et al. Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress[J]. Environ Exp Bot, 2003, 49: 69—76.
- [14] 杨凤娟, 吴焕涛, 魏珉, 等. 轮作与休闲对日光温室黄瓜连作土壤微生物和酶活性的影响[J]. 应用生态学报, 2009, 20(12): 2983—2988.
- [15] 由海霞, 梁银丽, 吕文, 等. 不同作物根系分泌物对黄瓜的化感作用[J]. 西北农林科技大学学报, 2006, 34(6): 101—105.
- [16] Candan N, Tarhan L. Relationship among chlorophyll carotenoid content, antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation levels by Mg^{2+} deficiency in the Mentha pulegium leaves[J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2003, 41: 35—40.
- [17] 樊虎玲, 郝明德, 李志西. 黄土高原旱地小麦——首茬轮作对小麦品质和子粒氨基酸含量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(2): 262—266.
- [18] López Bellido L, Fuentes M, Castillo J E, et al. Effects of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on wheat grain quality grown under rainfed mediterranean conditions[J]. Field Crops Research, 1998, 57: 265—276.
- [19] 贺丽娜, 梁银丽, 熊亚梅, 等. 不同前茬对设施黄瓜产量和品质及土壤酶活性的影响[J]. 中国生态农业学报, 2009, 17(1): 24—28.
- [20] 陈平, 杜太生, 王峰, 等. 西北旱区温室辣椒产量和品质对不同生育期灌溉调控的响应[J]. 中国农业科学, 2009, 42(9): 3203—3208.

Effects of different preceding crops on growth physiology and quality of hot pepper

JIA Werr yan¹, LIANG Yir li^{1,2}, BAI Cai hong¹, ZHU Yarr li³, PENG Qiang⁴, LIN Xing jun², CHEN Chen³

(1. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Institute of Soil

and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China;

3. College of Life Science, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

4. College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: To supply scientific basis for the proper planting mode of hot pepper, an experiment was conducted in 2007–10~2009–09 to study the growth, enzyme activity of leaves, fruit quality and the correlation between enzyme activity and quality of hot pepper with different preceding crops. The test determined the morphology, enzyme activity, yield and quality of pepper fruit with the method of the combination of the field investigation and indoor experiment. The results showed that: (1) Both the asparagus lettuce stubble and garlic stubble not only increased sharply the area and enzyme activity of leaves, but also decreased the malondialdehyde (MDA) content. The wheat stubble increased significantly the content of vitamin C (Vc). (2) The yield of hot pepper in the wheat stubble treatment was lower than the asparagus lettuce stubble and garlic stubble treatments. (3) There was remarkably positive correlation between MDA of leaves and Vc content of fruit, but significantly negative correlation between MDA and water content of fruit. There was remarkably negative correlation between catalase (CAT) activity of leaves and Vc content of fruit. Both the garlic and asparagus lettuce were proper preceding crops for hot pepper in this experiment.

Keywords: hot pepper; preceding crop; morphology; enzyme; quality; correlation