

普绿通植物免疫蛋白对有机栽培彩椒的影响

陈丽丽¹, 古燕翔³, 谷培云², 曾昭海¹, 胡跃高¹

(1. 中国农业大学 农学与生物技术学院, 北京 100193; 2. 北京市延庆县植保站, 北京 延庆 102100;

3. 北京市延庆县种植业服务中心, 北京 延庆 102100)

摘要:以“黄贵人”彩椒为试材, 采用二因素随机区组设计, 探究了普绿通植物免疫蛋白对早春日光温室有机栽培条件下彩椒的长势、产量、果实品质及抗病性的影响。结果表明: 与对照组相比所有处理组在植株长势、产量、果实品质及抗病性方面均有提高。其中苗期施用+定植后叶面喷施+灌根(T2)、苗期不施用+定植后叶面喷施+灌根(T02)处理在单株产量、小区产量、折合 667 m² 产量上显著高于其它处理($P<0.05$), 增产率分别为 64.38%、50.20%; 维生素 C 含量分别增加了 10.75、9.12 mg/100g, 显著高于其它处理($P<0.05$), 可溶性固形物含量分别增加了 3.04%、2.26%; 对蓟马的防效在第 7 天时分别达到 96.9%、90.3%, 显著高于其它处理($P<0.05$)。试验表明, 普绿通植物免疫蛋白对提高彩椒植株长势、产量、果实品质及抗病性方面具有重要影响, 有机彩椒栽培生产中推荐 T2、T02 施用方式。

关键词:植物免疫蛋白; 彩椒; 长势; 产量; 品质; 抗病性

中图分类号:S 641.306⁺.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2015)17-0032-04

现代农业的高产大多是建立在大量投入使用人工合成的农药、化肥及植物生长调节剂等物质的基础上, 高产的同时也造成了一系列的环境问题和农产品安全问题^[1]。有机农业是基于生态学和生物学原理, 以促进人与生物圈和谐相处、促进农业可持续发展为理念, 在生产中杜绝使用任何人工合成的农药、化肥及植物生长调节剂等物质, 倡导通过农艺措施, 达到培肥地力, 以生产安全优质的农产品为宗旨的一种农业生产方式。因有机生产的苛刻条件导致有机栽培作物的产量普遍较低^[1-3], 成为有机生产中一个亟待解决的问题。植物免疫蛋白是从植物、酵母和微生物中提取的初生多肽复合蛋白(NAC), 能激活植物体的代谢调控系统, 诱导抗病免疫反应, 提高免疫力, 增强光合作用, 促进根、茎、叶果实生长, 改善作物品质。已有研究报道普绿通植物免疫蛋白能显著促进水稻植株生长, 增加有效分蘖数, 提高水稻抗病能力和产量^[4-6]。普绿通植物免疫蛋白是一种绿色安全的生物源物质, 符合有机生产的使用标准。目前植物免疫蛋白在有机栽培彩椒上的应用效果尚鲜见报道, 该试验探究了普绿通植物免疫蛋白对有机栽培彩

椒长势、产量、品质及抗病性的影响, 以期生产提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试彩椒为“黄贵人”。试验药剂普绿通植物免疫蛋白由北京普绿通生物科技有限公司生产。

1.2 试验方法

1.2.1 试验管理 试验在北京市延庆县北菜园有机蔬菜生产基地进行。2013 年 12 月 27 日播种育苗, 2014 年 3 月 23 日定植于 A3 区 34 号日光温室(前茬作物为芹菜), 8 月 30 日拉秧, 整个生长期 170 d 左右。采用双垄栽培, 行距 55 cm, 株距 40 cm, 垄沟宽 50 cm, 整个生长过程按早春日光温室有机彩椒栽培技术规程进行管理, 采用三秆整枝的立体栽培方式, 彩椒株高至铁丝顶部封顶。定植前土壤肥力状况见表 1。

表 1 试验温室土壤理化性质

Table 1 The soil properties of test greenhouse

土层深 Soil depth /cm	速效磷 Available phosphorus /(mg·kg ⁻¹)	速效钾 Available potassium /(mg·kg ⁻¹)	速效氮 Available nitrogen /(mg·kg ⁻¹)	有机质 Organic matter /(mg·kg ⁻¹)	pH 值 pH value
0~20	20.6	95.8	60.6	12.68	6.59

1.2.2 试验设计 采用二因素随机区组设计^[7], 因素一设置 2 个水平, 为苗期施用(A1)和不施用(A2)植物免疫蛋白; 因素二为植物免疫蛋白对定植后植株的不同施用

第一作者简介:陈丽丽(1988-), 女, 硕士研究生, 研究方向为有机蔬菜栽培。E-mail:541792640@qq.com.

责任作者:胡跃高(1959-), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为作物栽培与耕作及有机农业等。E-mail:huyuegao@cau.edu.cn.

收稿日期:2015-05-28

方式,设置 4 个水平,分别为叶面喷施(B1)、叶面喷施+灌根(B2)、灌根(B3)、不施用(B4)。试验共设 8 个处理:T1(A1B1)苗期施用+定植后叶面喷施;T2(A1B2)苗期施用+定植后叶面喷施+灌根;T3(A1B3)苗期施用+定植后灌根;T4(A1B4)苗期施用+定植后不施用;T01(A2B1)苗期不施用+定植后叶面喷施;T02(A2B2)苗期不施用+定植后叶面喷施+灌根;T03(A2B3)苗期不施用+定植后灌根;CK(A2B4)苗期不施用+定植后不施用。每处理 4 次重复,共 32 个小区,小区面积 9.75 m²(长 6.5 m、宽 1.5 m)。苗期施用为叶面喷施,分别于 2014 年 2 月 10 日和 2014 年 2 月 25 日各施用 1 次,共 2 次;定植后,分别于 2014 年 4 月 2 日(缓苗期)和 2014 年 4 月 23 日(盛花期)各施用 1 次,共 2 次。每次植物免疫蛋白施用的量均为 1 000 倍液。

1.3 项目测定

1.3.1 植株生长指标 自 2014 年 4 月 3 日开始用常规方法测定挂牌标记株的株高、茎粗和功能叶的叶绿素 SPAD 值,每隔 10 d 左右测定 1 次,直至封顶,共测定 11 次。每次用 SPAD-502 Plus 叶绿素含量测定仪测定植株顶部完全展开的 3 片功能叶的 SPAD 值,求其平均值。

1.3.2 果实产量与品质指标 开花结果期,统计标记株的结果数目;门椒收获彩椒时,常规方法测定果实品质^[8];除门椒外,其它椒均按照青椒的标准进行采收,每次采收测定每小区的青椒重量,累计重量即为总产量。

1.3.3 抗病性指标 于 2014 年 4 月 22 日各小区随机调查 5 点,每点选取 20 朵花^[9],调查彩椒的蓟马发生情况。分别于 2014 年 4 月 30 日、2014 年 5 月 7 日、2014 年 5 月 14 日调查残活虫口数。虫口减退率(%)=(药前基数-药后残活虫口数)/药前基数×100;防治效果(%)=(处理区虫口减退率-对照区虫口减退率)/(1-对照区虫口减退率)×100。

1.4 数据分析

用 Excel 2010 进行数据整理和图表制作,用 SPSS 20.0 数据分析软件对数据进行方差分析、LSD-Duncan 多重比较。

2 结果与分析

2.1 普绿通植物免疫蛋白对彩椒生长的影响

由图 1 可以看出,彩椒植株的株高、茎粗随生长发育不断增高、增粗。4 月 3 日定植时,T01、T02、T03、CK 的高度基本一致,均高于 T1、T2、T3、T4;T1、T2、T3、T4 茎粗基本一致,均较 T01、T02、T03、CK 粗,表明苗期施用普绿通植物免疫蛋白可使幼苗健壮;4 月 24 日后,T2、T02 的株高、茎粗、叶绿素 SPAD 值明显高于其它处理,T1、T3 在茎粗上明显高于 T01、T03。6 月 5 日以后因缺氮,各处理 SPAD 值呈下降趋势,其中 T2、T02 受缺氮影

响较小。苗期施用普绿通植物免疫蛋白的幼苗定植后长势始终较苗期末施用的好。表明整个生长过程中施用普绿通植物免疫蛋白能有效促进彩椒生长。

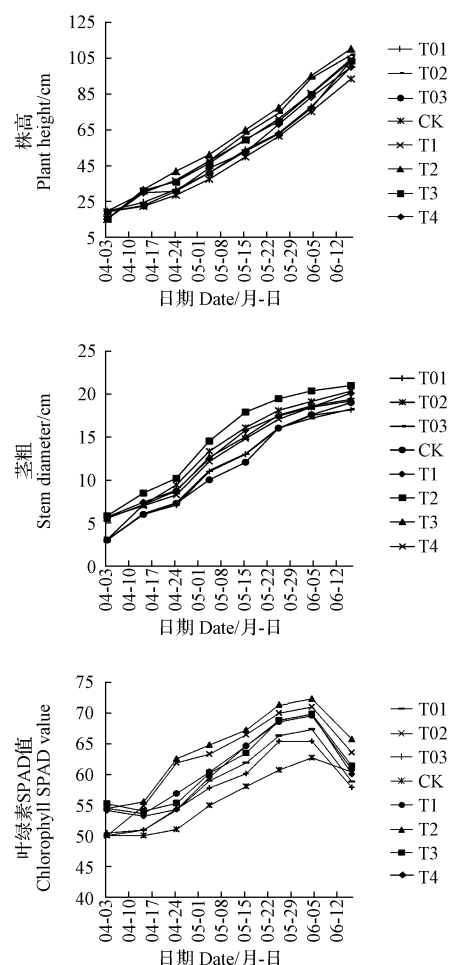


图 1 普绿通植物免疫蛋白对彩椒植株生长的影响

Fig. 1 The effect of Pulyutong plant immune protein on the growth of color pepper

2.2 普绿通植物免疫蛋白对彩椒果实品质的影响

由表 2 可以看出,彩椒果实中可溶性糖含量为 T2>T3>T02>T3>T1>T4>T01>T03>CK;维生素 C 含量为 T2>T02>T3>T1>T03>T01>T4>CK;可溶性固形物含量为 T2>T02>T3>T1>T03>T01>T4>CK。T2 在可溶性糖含量、维生素 C 含量、可溶性固形物含量上均达到最高,显著高于其它处理($P<0.05$),T02 的维生素 C 含量显著($P<0.05$)高于 T1、T3、T4、T01、T03、CK,较 CK 增加了 9.12 mg/100g。在果型指数上,各处理之间无显著性差异($P\geq 0.05$)。在果肉厚度上,T2 显著($P<0.05$)高于其它处理,其它处理间差异不显著($P\geq 0.05$)但均高于 CK。表明 T2 处理能显著增加果肉厚度、提高果实的可溶性糖含量、可溶性固形物含量及维生素 C 含量,T02 处理能有效增加果实的维生素 C 含量。

表 2 普绿通植物免疫蛋白对彩椒果实品质的影响

Table 2 The effect of Pulyutong plant immune protein on the fruit quality of color pepper

处理	果型指数	果肉厚度	可溶性糖含量	维生素 C 含量	可溶性固形物含量
Treatment	Fruit shape index	Flesh thickness/mm	Soluble sugar content/%	Vitamin C content/(mg·(100g) ⁻¹)	Soluble solids content/%
T1	0.91a	10.94bc	4.43c	16.25c	3.95bc
T2	0.93a	12.95a	5.41a	18.81a	4.61a
T3	0.87a	11.89ab	4.99b	16.28c	3.96bc
T4	0.88a	10.88bc	3.77d	13.14d	3.33c
T01	0.90a	10.42bc	3.50d	15.74c	3.32c
T02	0.92a	10.47bc	4.63bc	17.18b	4.01b
T03	0.85a	10.45bc	3.63d	16.08c	3.42c
CK	0.92a	10.10c	2.37e	8.06e	3.01d

注:表中小写字母表示邓肯新复极差测验 0.05 显著标准,下表同。
Note:Lowercase letters indicated significance of $P<0.05$ by Duncan's significant test treatments in every order. The same as below.

2.3 普绿同植物免疫蛋白对彩椒产量的影响

由表 3 可以看出,各处理增产率依次表现为:T2>T02>T3>T1>T4>T03>T01>CK。T2 在单株产量、小区产量、折合 667 m² 产量上均显著($P<0.05$)高于 T1、T3、T4、T01、T02、T03、CK 处理,增产率为 64.38%;T02 在单株产量、小区产量、折合 667 m² 产

量上均显著($P<0.05$)高于 T1、T3、T4、T01、T03、CK 处理,增产率达到 50.20%。T2、T02 的单株结果数较 CK 分别增加了 7.35、5.15 个。T2、T02 处理显著提高单果重、增加单株挂果数,实现高增产,表明施用植物免疫蛋白对番茄具有增产效果,以 T2 处理最佳。

表 3 普绿通植物免疫蛋白对彩椒产量的影响

Table 3 The effect of Pulyutong plant immune protein on the yield of color pepper

处理	单果重	单株结果数	单株产量	小区产量	折合 667 m ² 产量	增产率
Treatment	Single fruit weight/kg	Fruit number per plant/个	Yield per plant/kg	Yield per plot/kg	Yield per 667 m ² /kg	Yield rate/%
T1	0.205ab	16.95bcd	3.43c	51.48c	8 237.04c	26.79
T2	0.216a	21.20a	4.48a	67.27a	10 763.76a	64.38
T3	0.207ab	17.8bc	3.68bc	55.14bc	8 821.68bc	34.72
T4	0.204ab	18.25bc	3.73bc	55.76bc	8 921.28bc	26.24
T01	0.188b	14.45de	2.77d	41.50d	6 640.08d	1.40
T02	0.212ab	19.00ab	4.1ab	61.47ab	9 835.44ab	50.20
T03	0.189b	14.90de	2.82d	42.30d	6 768.00d	3.36
CK	0.185b	13.85e	2.73d	40.93d	6 548.16d	—

注:此处为按青椒采收的果实产量,门椒产量除外。
Note:Here is fruit yield by green pepper harvest,except for the door pepper production.

2.4 普绿通植物免疫蛋白对彩椒植株抗病性的影响

由表 4 可以看出,植物免疫蛋白施用后 7 d,T2 的防治效果达到 96.9%,速效性显著($P<0.05$)高于其它处理,是 T01、T03 的 2 倍之多。施用后 21 d 防效最低的是 T01 处理,仍达到 30.27%防治效果,T2 处理防治效果最高仍保持在 87.07%,是 T01、T03 的 2 倍之多。各

处理对蓟马防控均具有一定的持效性,随着时间的延长,防效逐渐下降。T02 在速效性和持效性上仅次于 T2,显著($P<0.05$)高于 T1、T3、T4、T01、T03。苗期施用植物免疫蛋白的处理较苗期末处理的防效要好,定植后施用以灌根+叶面喷施对蓟马防治效果较好。

表 4 普绿通植物免疫蛋白对彩椒蓟马的防治效果

Table 4 The effect of Pulyutong plant immune protein on the prevention for thrips of color pepper %

处理	04-30	05-07	05-14
Treatment	30 th April	7 th May	14 th May
T1	83.2c	70.2c	70.77c
T2	96.9a	90.2a	87.07a
T3	84.5c	69.8c	66.23d
T4	70.6d	50.3d	45.50e
T01	43.4e	30.2e	30.27f
T02	90.3b	80.7b	82.83b
T03	42.7e	34.7e	30.83f

3 结论与讨论

从图 1 中 5 月 8 日之前的数据可以看出,苗期施用普绿通植物蛋白处理的幼苗在株高、茎粗及叶绿素的 SPAD 值方面均较苗期末施用的表现良好,缓苗期明显缩短,促进彩椒定植后的生长发育。此外,育苗期间观察表明施用了普绿通植物免疫蛋白处理的幼苗较未施用的呈现出叶色浓绿,茎秆粗壮,根毛发达等外观,良好的幼苗品质可能就为后期植株的生长奠定了良好的基础。从表 4 可以看出,苗期施用过普绿通植物免疫蛋白的植株在整个生长过程中对蓟马防控效果较好。此外,田间观察表明,苗期末施普绿通植物免疫蛋白的处理,在植株生长后期大面积严重感染白粉病;苗期施用普绿

通植物免疫蛋白的处理感染白粉病的程度较轻或无感染,前人研究生物蛋白农药对番茄植株亦表现出良好的抗病性^[10-11]。苗期施用普绿通植物免疫蛋白能起到较好的壮苗作用,缩短缓苗期,增加植株的抗病抗逆性。

幼苗长势主要影响彩椒前期的田间长势与果实产量。6月下旬开始按照青椒标准采收对椒,因坐果期间遭受了严重的低温,苗期施用过普绿通植物免疫蛋白处理的彩椒因植物蛋白发挥作用,提高了植株的抗寒能力,确保较高的产量。苗期未施用普绿通植物免疫蛋白处理的彩椒,前期坐果少,产量低。定植后采用叶面喷施+灌根的处理后期增产效果较明显。各处理间的产量差异基本由前期产量差异造成。

从表 2、3 可以看出,与对照相比所有处理组均具有增产、提高果实品质的效果。T2、T02 的维生素 C 含量分别增加了 10.75、9.12 mg/100g,产量分别增加了 64.38%、50.20%。表明整个生长期施用比仅定植后施用的增产、提升果实品质的效果明显。定植后施用叶面喷施+灌根较单独叶面喷施或单独灌根增产、提升果实品质效果好,以 T2、T02 处理较理想。该试验仅按照产品使用说明以 1 000 倍液用量探讨了普绿通植物免疫蛋白的施用方式,未设置浓度梯度与不同的施用次数,至于何种用量,施用几次效果最佳,尚有待进一步试验探讨。

参考文献

- [1] 黄涛.有机栽培条件下生物有机肥对稻田肥力和稻米品质的影响[D].海口:海南大学,2010.
- [2] 许燕芳.有机栽培条件下不同水稻品种和肥料对产量和品质的影响[D].南京:南京农业大学,2006.
- [3] 张三元,张俊国,金京德,等.有机栽培环境对水稻产量构成及稻米品质的影响[J].吉林农业科学,2005(2):13-16.
- [4] 卓晓光,李国军,高玉株,等.普绿通植物免疫蛋白对水稻抗性 & 产量的影响[J].农业灾害研究,2013,3(1):18-21.
- [5] 车红伟.植物免疫增产蛋白在水稻上的示范效果研究[J].现代农业科技,2014,43(10):237-242.
- [6] 吴光谱,侯松德,姚荣文,等.植物免疫蛋白等农业投入产品在水稻上的应用效果研究[J].现代农业科技,2013,41(11):23-24.
- [7] 孔繁玲.田间试验与统计方法[M].北京:中央广播电视大学出版社,1991.
- [8] 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,1999.
- [9] 谷培云,马永军,焦雪霞,等.多杀菌素悬浮剂防治蓟马效果试验[J].生物技术进展,2013,3(2):145-147.
- [10] 李先碧,杨星勇,李德谋,等.超量表达益母草种子抗菌蛋白提高番茄的抗病性[J].植物保护学报,2007,34(4):353-358.
- [11] 杜中军,杨浩,罗海燕,等.聚天门冬氨酸同源多肽对西红柿生长发育和抗病性的影响[J].热带农业科学,2012,32(5):14-17.

Effect of Pulyutong Plant Immune Protein on Color Pepper in Organic Production Systems

CHEN Lili¹, GU Yanxiang³, GU Peiyun², ZENG Zhaohai¹, HU Yuegao¹

(1. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193; 2. Plant Protection Station of Yanqing County, Yanqing, Beijing 102100; 3. Planting Service Center of Yanqing County, Yanqing, Beijing 102100)

Abstract: Taking ‘Huang Guiren’ color pepper as test materials, the effect of ‘Pulyutong’ plant immune protein on growth, yield, fruit quality and resistance of color pepper in organic production systems were studied adopting two factor randomized block design. The results showed that all the treatments improved the plant growth, disease resistance, yield and quality of color pepper. The plant yield, plot yield and yield per acre of treatment T2 (applying at seedling stage + foliage spray after planting + root-irrigation) and T02 (no applying at seedling stage + foliage spray after planting + root-irrigation) were significantly ($P < 0.05$) higher than other treatments increased by 64.38% and 50.20%, respectively. Vitamin C content of T2 and T02, increased by 10.75 mg/100g and 9.12 mg/100g respectively, which were also significantly ($P < 0.05$) higher than other treatments. Meanwhile, the soluble solids content of T2 and T02 increased by 3.04% and 2.26%, respectively. What’s more, the effect of prevention for thrips of T2 and T02 were up to 96.9% and 90.30%, respectively, after 7 days later significantly ($P < 0.05$) higher than other treatments, too. The results showed that ‘Pulyutong’ plant immune protein had important influence on the growth, yield, fruit quality and resistance of color pepper in organic production systems. T2 and T02 method were recommended in the production of organic color pepper cultivation.

Keywords: plant immune protein; color pepper; growth; yield; fruit quality; resistance