

无棱丝瓜砧木对苦瓜品质和光合生理的影响

陈振东^{1,2,3}, 梁家作¹, 车江旅², 王荣萍³, 陈小凤¹, 黄如葵^{1,2}

(¹广西农业科学院蔬菜研究所; ²广西作物遗传改良生物技术重点开放实验室; 南宁 530007;

³广西大学农学院, 南宁 530005)

摘要:【目的】探讨无棱丝瓜砧木对嫁接苦瓜果实品质和光合生理的影响,为筛选苦瓜嫁接优良砧木材料提供科学依据。【方法】以台湾双依丝瓜(IL1)和广西本地野生无棱丝瓜高代自交系材料IL6、IL9、IL16为砧木,以桂农科二号苦瓜为接穗,研究不同无棱丝瓜砧木对苦瓜果实品质、各时期叶片的叶绿素含量及光合特性的影响。【结果】嫁接能提高苦瓜的果实品质,其中以IL16为砧木的苦瓜果实的营养品质所受影响较大;各砧木均显著提高了苦瓜嫁接苗幼叶的叶绿素含量,显著降低了成叶叶绿素含量,其中以IL9为砧木对苦瓜嫁接苗植株叶绿素含量的影响最大;所有参试砧木嫁接的苦瓜植株叶片光合速率均极显著高于自根植株,其中以砧木IL9的接穗植株叶片光合速率最大,而砧木IL16显著提高了植株的表现量子效率;嫁接明显降低了苦瓜植株的光补偿点和光饱和点。【结论】砧木IL9和IL16对苦瓜果实品质、光合利用等性状的影响优于其他供试砧木。

关键词: 苦瓜; 无棱丝瓜; 嫁接; 品质; 光合作用

中图分类号: S642.5

文献标志码: A

文章编号: 2095-1191(2013)07-1095-05

Effects of wild luffa rootstocks on fruit quality and photosynthetic physiology of bitter melon

CHEN Zhen-dong^{1,2,3}, LIANG Jia-zuo¹, CHE Jiang-lü², WANG Rong-ping³,
CHEN Xiao-feng¹, HUANG Ru-kui^{1,2}

(¹Vegetable Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China; ²Guangxi Crop Genetic Improvement and Biotechnology Lab, Nanning 530007, China; ³Agricultural College, Guangxi University, Nanning 530005, China)

Abstract: 【Objective】In order to provide scientific support to rootstock selection of bitter melon, the effects of wild luffa rootstocks (*Luffa cylindrical* Roem.) on fruit quality and plant photosynthetic physiology were studied. 【Method】Bitter melon cv. “Guinongke 2” were grafted on four different luffa rootstocks (IL1: *Luffa acutangula* cv. Shuangyi; IL6, IL9, IL16: *Luffa cylindrical*) to study effect of rootstocks on fruit quality, leaf chlorophyll content and photosynthesis characteristics of bitter melon. 【Result】All rootstocks improved fruit quality, and the best effect came from rootstock IL16. The chlorophyll contents of young leaves of grafted seedling were significantly improved by all rootstocks, however, remarkably decreased in mature leaves. The most significant impact of chlorophyll content came from rootstock IL9. All rootstocks significantly improved the photosynthetic rate of grafted seedling with the highest one from rootstock IL9, while grafted seedlings with rootstock IL16 had the highest apparent quantum efficiency. Light saturation point and light compensation point were significantly decreased by grafting. 【Conclusion】Luffa rootstocks IL9 and IL16 could better improve the fruit quality and luminous energy utilization of bitter melon than other rootstocks.

Key words: bitter melon; wild luffa; grafting; quality; photosynthesis

0 引言

【研究意义】蔬菜嫁接栽培是将砧木优良特性转移到栽培品种中,使接穗的生理生化特性得以改良,是提高作物抗逆性和产量的一种有效措施(Matsuzoe

et al., 1991),已经被广泛应用于西瓜、黄瓜、番茄、甜瓜、茄子等蔬菜作物生产。但蔬菜嫁接栽培也可能将砧木的其他特性转移到栽培品种中,从而改变果实的口感风味及外观品质等,且不同砧木对接穗的生理响

收稿日期:2013-01-23

基金项目:国家农业科技成果转化资金项目(2012GB2E100352);广西自然科学基金项目(2012GXSFBA053038);广西农业科学院科技发展基金项目(201028)

作者简介:陈振东(1978-),主要从事蔬菜育种、栽培及病理学研究工作,E-mail:czd3808@gxaas.net

应也存在差异,不是所有的嫁接砧木都能改善作物的生理生化特性。因此,利用现有的丝瓜砧木资源,研究嫁接对苦瓜果实品质及光合生理的影响,筛选合适的苦瓜嫁接砧木,对推广苦瓜嫁接技术具有重要的现实意义。【前人研究进展】于文进等(2001)研究表明,水渍条件下以有棱丝瓜作砧木的苦瓜嫁接植株的叶绿素、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)的活性均大于自根苗植株;林立金等(2005)用湖南早熟肉丝瓜为砧木,研究其对苦瓜不同发育阶段叶片光合特性的影响,结果表明,嫁接能促进苦瓜不同发育阶段叶片的扩大,延缓叶片光合能力的衰退,并促进光合产物从叶片向果实运输;严泽生等(2008)以雅安肉丝瓜为砧木,测定了苦瓜嫁接与自根植株在遭受涝渍前后的活性,发现涝渍前后嫁接植株的过氧化物酶(POD)、多酚氧化酶(PPO)、苯丙氨酸解氨酶(PAL)的活性均高于自根植株,表明嫁接提高了苦瓜对涝渍逆境的适应能力;李大忠等(2008)研究认为,通过嫁接换根的办法可以提高苦瓜对枯萎病的抗性;万春风(2009)用台湾双依、共荣丝瓜为砧木研究其对苦瓜品质和抗病性的影响,结果表明,嫁接降低了苦瓜果实蛋白质的含量,提高了苦瓜可溶性糖含量,增强了对枯萎病和霜霉病抗性;邱乐忠等(2010)以肉丝瓜为砧木对苦瓜进行嫁接,结果接穗苦瓜的枯萎病发病率为0~5%,产量增加135.48%以上;张玉灿等(2013)研究了8个丝瓜砧木对夏秋植苦瓜品质的影响,结果发现接穗苦瓜果实的维生素C、蛋白质及氨基酸含量与实生苗有一定差异。【本研究切入点】目前,用于苦瓜嫁接的砧木普遍选用丝瓜栽培品种,但是对于利用地方野生无棱丝瓜作为砧木嫁接苦瓜的相关研究鲜见报道。【拟解决的关键问题】以3个广西野生无棱丝瓜和台湾双依丝瓜(无棱丝瓜)为嫁接砧木,比较苦瓜嫁接苗植株与自根苗植株在果实品质、各时期叶片的叶绿素含量及光合特性的差异,旨在筛选出适合广西嫁接苦瓜的优良砧木材料,为本土抗枯萎病植物资源的创新利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以广西农业科学院蔬菜研究所选育的桂农科二号苦瓜为接穗。砧木为与苦瓜接穗亲和力强、抗枯萎病的IL1(台湾双依丝瓜)和广西本地野生无棱丝瓜高代自交系材料IL6(筒丝瓜)、IL9(棒丝瓜)、IL16(棒丝瓜)。

1.2 试验方法

1.2.1 嫁接方法及田间管理 采用插接法嫁接,待嫁接苗长至4叶1心期定植;对照为同等苗龄的接穗自根苗。试验采用随机区组排列,3次重复,小区面积15

m²,每小区定植30株。大田管理及病虫害防治等按常规生产进行。

1.2.2 果实品质分析 用授粉后20 d的商品瓜测定果实品质指标。每小区随机取3个果实,每个果实测定重复3次,取平均值。固形物含量用手持折光仪测定,还原性维生素C采用紫外分光光度法测定,可溶性糖采用蒽酮比色法测定,有机酸含量采用NaOH滴定法测定(郝建军等,2006)。

1.2.3 叶绿素含量的测定 分别取苦瓜植株初收期的幼叶(主蔓生长点下第3片叶)、成叶(主蔓生长点下第25片叶)、老叶(主蔓子叶节上第10片叶),用80%丙酮浸提法测定叶绿素含量(郝建军等,2006)。每小区随机取3株,同龄叶片测定重复3次,取平均值。

1.2.4 叶片气体交换参数的测定 选择晴天上午10:30~11:30,待成熟叶片在较强自然光下被充分诱导,用英国PP-system公司生产的CIRAS-2型便携式光合作用测定系统测定光响应曲线。每小区随机取3株,每株重复3次,取平均值。测定方法参照仪器使用说明书进行。测定时使用分析仪自带的LED红蓝光源,叶室CO₂浓度(CO₂S)设为380 μmol CO₂/mol,温度为(25±1)℃,光合有效辐射(PAR)分别设为0、50、100、200、400、600、1000、1500、2000 μmol photos/m²·s,并分别测定这些光强下的光合速率(Photo),以PAR为横轴,Photo为纵轴,绘制光响应曲线。表观量子效率(AQY)根据低于200 μmol photos/m²·s光强下的光响应曲线斜率求得(郝建军等,2006)。

1.3 统计分析

试验数据采用DPS 6.5和Excel 2003进行均值、标准差计算和显著性检验。

2 结果与分析

2.1 嫁接对苦瓜品质的影响

表1结果显示,砧木IL6和IL16的接穗苦瓜固形物含量分别比自根苗高14.95%和5.80%,达到显著水平($P<0.05$,下同);砧木IL1、IL9和IL16的接穗苦瓜维生素C含量分别比自根苗高28.49%、47.57%和51.96%,达到极显著水平($P<0.01$,下同),且IL9和IL16的接穗苦瓜维生素C含量显著高于其他处理;砧木IL1、IL16显著提高了接穗苦瓜的可溶性糖含量;砧木IL1的接穗苦瓜有机酸含量与自根苗达显著差异水平,砧木IL6、IL9、IL16的接穗苦瓜有机酸含量与自根苗没有差异,不同砧木嫁接苦瓜之间无差异;砧木IL16极显著提高了接穗苦瓜的糖酸比。以上分析结果表明,不同砧木对嫁接苦瓜营养品质的影响不同,总体上说嫁接苦瓜的营养品质有所提高,其中以IL16为砧木的接穗苦瓜的营养品质受影响较其他砧木的大。

表 1 不同砧木嫁接对苦瓜品质的影响

Tab.1 Effects of different rootstocks grafting on quality of bitter gourd

砧木 Rootstock	固形物含量(%) Solid matter	维生素C(mg/100g) Vitamin C	可溶性糖(%) Soluble sugar	有机酸(%) Organic acid	糖酸比 Sugar/acid
IL1	1.899±0.153cC	65.916±0.382bB	3.716±0.326bB	0.119±0.005a	31.134±1.459bB
IL6	2.299±0.100aA	53.557±0.407cC	1.553±0.050eD	0.111±0.004ab	14.031±0.451dD
IL9	1.966±0.058cBC	75.707±0.282aA	2.544±0.143dC	0.113±0.007ab	22.591±0.580cC
IL16	2.116±0.116bB	77.958±0.259aA	8.431±0.283aA	0.118±0.006ab	71.800±1.621aA
自根苗 Own-rooted tree	2.000±0.100cBC	51.302±0.588cC	3.110±0.274cBC	0.106±0.002b	29.409±2.191bB

同列数字后不同大、小写字母分别表示在1%和5%水平上差异显著。下同

Capital and small letters following the figures of same column represent significant difference at 1% and 5% levels, respectively. The same was applied in the following tables

2.2 嫁接对苦瓜光合生理的影响

2.2.1 嫁接对苦瓜叶片叶绿素含量的影响 表2显示,各砧木对苦瓜嫁接苗叶绿素含量的影响存在差异,但均显著提高了苦瓜幼叶的叶绿素含量,而显著降低了成叶叶绿素含量。砧木IL9显著提高了老叶的叶绿素a含量和叶绿素总含量,比自根苗分别增加了

11.71%和8.72%;而砧木IL16显著提高了老叶中叶绿素b的含量,比自根苗增加了28.27%。试验数据表明,以IL9为砧木对苦瓜嫁接苗叶绿素含量的影响最大,在幼叶、老叶阶段比自根苗表现出较高的叶绿素含量,达显著或极显著水平,表明其在光合利用方面优于其他砧木的嫁接苗。

表 2 不同砧木嫁接对苦瓜叶绿素含量的影响(mg/gFW)

Tab.2 Effects of different rootstocks grafting on leaf chlorophyll content of bitter gourd

处理 Treatment	叶绿素a Chlorophyll a	叶绿素b Chlorophyll b	总叶绿素(a+b) Total chlorophyll	
幼叶 Young leaf	IL1	2.047±0.004bB	0.279±0.009bA	2.326±0.007cB
	IL6	2.115±0.005bB	0.337±0.005aA	2.452±0.005bcB
	IL9	2.942±0.024aA	0.315±0.009abA	3.256±0.018aA
	IL16	2.382±0.460bB	0.304±0.053abA	2.685±0.408bB
	自根苗 Own-rooted tree	1.512±0.006cC	0.123±0.010cB	1.635±0.007dC
成叶 Mature leaf	IL1	2.823±0.001bcB	0.494±0.005cD	3.317±0.004cC
	IL6	2.779±0.113cB	0.748±0.082aB	3.527±0.149bB
	IL9	2.891±0.007bB	0.536±0.002cC	3.427±0.007bcBC
	IL16	2.854±0.009bcB	0.662±0.007bB	3.516±0.005bB
	自根苗 Own-rooted tree	3.450±0.002aA	0.768±0.007aA	4.218±0.009aA
老叶 Old leaf	IL1	2.319±0.115cBC	0.816±0.016bB	3.135±0.128cdCD
	IL6	2.152±0.067cC	0.850±0.025bB	3.002±0.053dD
	IL9	2.966±0.078aA	0.936±0.020bB	3.902±0.097aA
	IL16	2.184±0.163cC	1.198±0.142aA	3.382±0.134bcBC
	自根苗 Own-rooted tree	2.655±0.207bAB	0.934±0.041bB	3.589±0.226bAB

2.2.2 嫁接对光合速率的影响 光合速率是衡量内外因素对光合作用影响程度的常用指标。表3显示,各砧木嫁接的苦瓜植株叶片光合速率均显著高于自根植株,达极显著水平,尤以砧木IL9的接穗植株叶片光合速率最大,为15.985 μmol CO₂/m²·s。IL1、IL6、IL9 3个砧木的嫁接植株表观量子效率低于自根植株,而砧木IL16显著提高了植株的表观量子效率,为0.040。

和IL16的在8~10 μmol CO₂/m²·s,自根苗的则在10 μmol CO₂/m²·s以上,接近11 μmol CO₂/m²·s。各砧木嫁接苗的光补偿点明显较自根苗的低,其中以IL1和IL16的最低,为45 μmol photos/m²·s,IL6和IL9的在50 μmol photos/m²·s附近,自根苗的在60 μmol photos/m²·s以上。

2.2.3 嫁接苦瓜叶片光合速率对光强的响应 图1显示,各砧木嫁接苗的光饱和点明显较自根苗的低,其中IL6和IL9的最低,在200 μmol photos/m²·s附近,IL16次之,为400 μmol photos/m²·s,IL1的在600 μmol photos/m²·s附近,而自根苗的在1000 μmol photos/m²·s附近;各砧木嫁接苗的光饱和和光合速率较自根苗小,其中IL6和IL9最小,在2~4 μmol CO₂/m²·s,IL1

表 3 不同砧木嫁接对苦瓜光合特性的影响

Tab.3 Effects of different rootstocks grafting on photosynthesis characteristics of bitter gourd

处理 Treatment	光合速率 (μmol CO ₂ /m ² ·s) Photosynthetic rate	表观量子效率 Apparent quantum yield
IL1	14.123±0.589bB	0.034±0.0004cC
IL6	12.832±0.613cC	0.014±0.0002eE
IL9	15.985±0.660aA	0.022±0.0003dD
IL16	13.342±0.746cBC	0.040±0.0003aA
自根苗 Own-rooted tree	11.109±0.444dD	0.038±0.0002bB

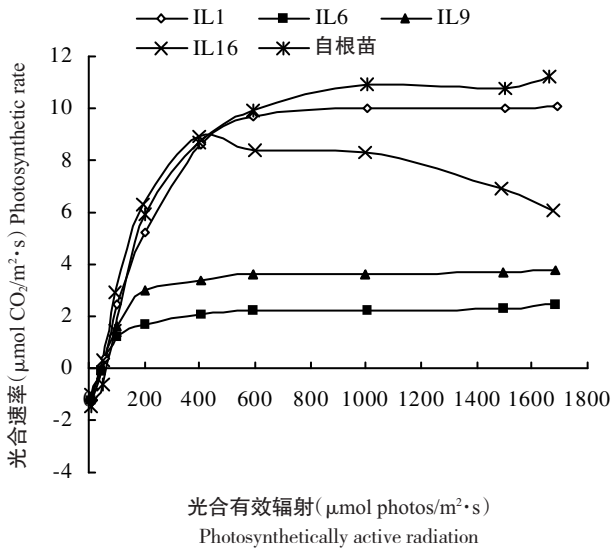


图 1 不同处理光合速率对光强的响应
Fig.1 Responses of photosynthetic rate in bitter gourd to the light intensity

以上分析表明,嫁接处理能明显降低苦瓜植株的光补偿点和光饱和点,增强接穗对光的利用率,其中IL6和IL9有较低的光饱和点及光补偿点,说明以这两个野生无棱丝瓜为砧木的苦瓜嫁接苗具有较高的光能利用率。但各个砧木嫁接苗的光饱和和光合速率较自根苗小。

3 讨论

苦瓜作为菜药兼用的特殊蔬菜,不管其营养成分和品质如何,苦味是主要的特点。刘政国等(2005)的研究表明,苦瓜的苦味和风味两个味觉品质性状之间呈正相关,苦味为风味的最重要构成性状,与有机酸呈正相关。本研究中只有IL1嫁接苗果实的有机酸含量与自根苗达显著差异水平,IL6、IL9、IL16嫁接苗果实的有机酸含量与自根苗没有差异,不同砧木嫁接苗果实的有机酸含量差异不显著,说明嫁接没有改变苦瓜苦味这一特别的风味。当然,苦瓜其他营养品质的好坏也能影响其食用性和商品性,主要指标有固形物含量、维生素C、可溶性糖、糖酸比等,这些指标的变化可以影响嫁接苦瓜的风味。本研究中不同无棱丝瓜砧木对嫁接苦瓜营养品质的影响不一致,总体上说无棱丝瓜砧木嫁接苦瓜果实的营养品质有所提高,无不良影响,这与邱乐忠等(2010)的研究结果一致。糖酸比是影响果实风味的重要指标(贾定贤等,1991),糖酸比高,果实的风味佳。本研究中以IL1和IL16为砧木的嫁接苦瓜的糖酸比高于自根苗,其中IL16与自根苗的糖酸比差异达极显著水平。综合有机酸的分析,以IL16为砧木嫁接苦瓜可以提高苦瓜果实的营养品质,

并在保持苦味这一特别风味基础上又有所改善,增加了甜味,符合大多数消费者不喜食苦味太重的苦瓜的消费习惯。

作物的光合作用是一个复杂的过程。本研究中4个无棱丝瓜砧木材料均可提高嫁接苦瓜植株嫩叶的叶绿素含量,其中砧木IL9嫁接苦瓜植株的叶片在老叶阶段比自根苗表现出较高的叶绿素含量,说明砧木IL9嫁接植株的叶片从嫩叶到老叶均具有较高的捕获、吸收、传递和转换光能的能力,增加了进行光合作用的叶面积,增强了整个嫁接植株的光合能力。另外,砧木IL16显著提高了嫁接植株的光合速率和表观量子效率,说明IL16比其他砧木具有更大的增强嫁接植株光合作用的能力。嫁接能明显降低苦瓜植株的光补偿点和光饱和点,表明嫁接处理能增强接穗对光的利用率,其中砧木IL6、IL9和IL16有较低的光饱和点及光补偿点,说明以这些野生丝瓜为砧木的苦瓜嫁接苗具有较高的光能利用率,与用这些砧木嫁接后苦瓜植株叶片的叶绿素含量及光特性的变化相对应。综上所述,以IL9和IL16为砧木对苦瓜嫁接植株光合特性参数的影响是向增强植株光合能力的方向发展,光合能力增强,就能产生更多的光合产物运输到苦瓜果实中,主要表现为产量的增加。因此,本研究中以4个无棱丝瓜材料为砧木的苦瓜嫁接苗与自根苗的苦瓜产量关系还有待进一步研究。

4 结论

本研究结果表明利用无棱丝瓜作为砧木嫁接苦瓜能提高苦瓜果实的营养品质以及对光能的利用率,其中砧木IL9和IL16的苦瓜嫁接苗在果实品质、光合利用等综合性状方面表现优于其他砧木的嫁接苗。

参考文献:

郝建军,康宗利,于洋. 2006. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 化学工业出版社:65-183.

Hao J Z, Kang Z L, Yu Y. 2006. Plant Physiology Experiment Technology[M]. Beijing: Chemical Industry Press:65-183.

贾定贤,米文广,杨儒琳,陈素芬,张凤兰. 1991. 苹果品种果实糖、酸含量的分级标准与风味的关系[J]. 园艺学报, 18(1):9-14.

Jia D X, Mi W G, Yang R L, Chen S F, Zhang F L. 1991. Sugar and acid content of fruit and its classification standard associated with flavor in different apple cultivars[J]. Acta Horticulturae Sinica, 18(1):9-14.

李大忠,温庆放,康建城,李永平,薛珠政. 2008. 嫁接防治苦瓜枯萎病研究[J]. 西南农业学报, 21(3):888-890.

Li D Z, Wen Q F, Kang J B, Li Y P, Xue Z Z. 2008. Studies

- on engraft preventing fusarium wilt of Balsam pear [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 21(3): 888-890.
- 林立金, 徐精文, 朱雪梅, 邵继荣, 杨远祥. 2005. 嫁接对苦瓜光合生理及代谢产物的影响[J]. 陕西农业科学, (5): 28-31.
- Lin L J, Xu J W, Zhu X M, Shao J R, Yang Y X. 2005. Effects of grafting on photosynthetic physiology and metabolite of bitter gourd [J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, (5): 28-31.
- 刘政国, 龙明华, 秦荣耀, 王先裕. 2005. 苦瓜主要品质性状的遗传变异、相关和通径分析[J]. 广西植物, 25(5): 426-430.
- Liu Z G, Long M H, Qin R Y, Wang X Y. 2005. Studies on genetic variation, correlation and path analysis in bitter gourd (*Momordica charantia* L.) [J]. Guihaia, 25(5): 426-430.
- 邱乐忠, 张雄, 席常辉, 张玉灿, 李祖亮, 邓昌琳. 2010. 苦瓜嫁接试验研究[J]. 福建农业科技, (2): 24-26.
- Qiu L Z, Zhang X, Xi C H, Zhang Y C, Li Z L, Deng C L. 2010. Grafting technology for on bitter gourd [J]. Fujian Agricultural Science and Technology, (2): 24-26.
- 万春风. 2009. 不同砧木嫁接对苦瓜品质及抗病性的影响[J]. 安徽农业科学, 37(2): 559, 588.
- Wan C F. 2009. Effects of graft with different rootstocks on quality and disease resistance of *Momordica charantia* [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 37(2): 559, 588.
- 严泽生, 秦耀国, 黄燕辉. 2008. 嫁接对苦瓜涝渍前后三种保护酶活性的影响[J]. 北方园艺, (12): 69-70.
- Yan Z S, Qin Y G, Huang Y H. 2008. Effects of graft on activities of three protective enzymes of bitter gourd under waterlogging [J]. Northern Horticulture, (12): 69-70.
- 于文进, 杨尚东, 龙明华. 2001. 嫁接对苦瓜在水渍条件下的产量及某些生理特性的影响[J]. 中国蔬菜, (5): 7-10.
- Yu W J, Yang S D, Long M H. 2001. Effects of grafting on the yield and some physiological characteristics of bitter gourd grown under waterlogging [J]. China Vegetables, (5): 7-10.
- 张玉灿, 赖正锋, 张少平, 张武君, 林永胜. 2013. 丝瓜砧木对夏秋连作苦瓜产量及品质影响[J]. 中国农学通报, 29(4): 189-194.
- Zhang Y C, Lai Z F, Zhang S P, Zhang W J, Lin Y S. 2013. Effect of luffa stocks on yield and quality of summer-fall continuous cultivation balsam pears [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 29(4): 189-194.
- Matsuzoe N, Ali M, Okubo H, Fujieda K. 1991. Resistance of tomato grafted on *Solanum* rootstock to bacterial wilt [J]. Journal of the Japanese Society For Horticultural Science, 60(2): 176-177.

(责任编辑 麻小燕)