

嫁接对不同黄瓜接穗硅和果面蜡粉含量的影响

胡 军, 向成钢, 王长林, 段 颖, 陈 花

(中国农业科学院 蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

摘 要:以南瓜自交系 494、277 与黄瓜自交系 1184、1101 为砧木, 以黄瓜 1184、1101 为接穗, 研究比较了南瓜/黄瓜、黄瓜/黄瓜 6 种砧穗组合下嫁接黄瓜果皮、果肉与叶片等部位的硅含量以及果面明度差变化。结果表明:砧木 277 嫁接 2 种黄瓜接穗各部位的硅含量显著降低, 其中多蜡粉接穗(1184)的果面明度差显著低于自根对照(1184), 少蜡粉接穗(1101)的果面明度差与自根对照(1101)无差异;砧木 494 嫁接 2 种黄瓜接穗各部位硅含量无明显增加, 其中多蜡粉接穗(1184)的果面明度差增加不显著, 少蜡粉接穗(1101)的果面明度差相比自根对照(1101)显著增加;开花后 5 d 与 10 d 的果肉硅含量相对开花当天的有显著增加, 果皮硅含量在不同时期变化不显著;果面蜡粉差异显著的 2 份黄瓜接穗果皮与果肉硅含量差异不显著。

关键词:硅含量;果面蜡粉;砧木;嫁接黄瓜

中图分类号:S 642.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)02-0016-04

南瓜(*Cucurbita moschata*)和黄瓜(*Cucumis sativus*)均属葫芦科一年生草本植物。当前我国黄瓜生产应用中主要以嫁接苗为主, 嫁接黄瓜的砧木多数是南瓜砧木, 但不同砧木嫁接对黄瓜接穗果实外观品质有不同影响, 比如果面蜡粉量^[1-2]。砧木嫁接影响黄瓜接穗果面蜡粉量。高彦魁等^[3]报道不同南瓜砧木对嫁接黄瓜蜡粉含量有着显著影响。黑籽南瓜(*Cucurbita ficifolia* Bouche.)砧木嫁接黄瓜后, 接穗果实表皮蜡粉较多, 而少蜡粉砧木品种嫁接同一接穗后, 接穗果实表面蜡粉显著减少^[4-5]。去蜡粉能力不同的砧木嫁接的黄瓜接穗中的硅含量存在显著差异, 尤其以叶片和果实中差异最显著, 多蜡粉砧木嫁接的黄瓜苗中的硅含量均多于少蜡粉砧木嫁接^[6]。嫁接黄瓜中果皮与果肉的硅含量有何差异还不确定。

黄瓜果面蜡粉量受到自身基因型、营养元素与环境

条件等多种因素调控。不同黄瓜品种的果面蜡粉量不同^[7]。去除或减少硅营养, 黄瓜果面蜡粉量减少, 增加硅元素能增加果面蜡粉含量^[7-8]。黄瓜果面蜡粉还明显受到光照、温度等环境因素影响^[9]。然而, 砧木嫁接影响黄瓜果面蜡粉的机理与不同黄瓜接穗品种有何关系尚鲜见报道。

现以 2 份南瓜自交系 494、277, 2 份黄瓜自交系 1184、1101 为砧木, 以黄瓜自交系 1184、1101 为接穗, 以黄瓜自根苗为对照, 研究比较了南瓜/黄瓜, 黄瓜/黄瓜 6 种砧穗组合下黄瓜接穗果皮、果肉与叶片等部位的硅含量变化以及果面蜡粉差异, 以为嫁接黄瓜果面蜡粉相关研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

277、494 均为中国农业科学院蔬菜花卉研究所实验室选育的南瓜自交系, 其中 277 为去蜡粉材料, 494 为不去蜡粉材料。黄瓜自交系 1184 与 1101 由中国农科院蔬菜花卉所黄瓜育种课题组提供, 其中 1184 为多蜡粉黄瓜材料, 1101 为少蜡粉黄瓜材料。

1.2 试验方法

嫁接试验于 2014 年 3—7 月在中国农科院蔬菜花卉研究所内温室进行。3 月 31 日播种, 接穗比砧木晚播 3 d。4 月 8 日用插接法嫁接, 4 月 30 日定植到所内大棚中, 行距 100 cm, 株距 30 cm。田间管理按常规方法进行。共 6 种嫁接组合(表 1), 以黄瓜自交系 1184 与 1101 自根苗作为各自嫁接苗的接穗对照。

第一作者简介:胡军(1985-), 男, 博士, 助理研究员, 现主要从事葫芦科南瓜遗传育种等研究工作。E-mail: hujun@caas.cn.

责任作者:王长林(1969-), 男, 本科, 副研究员, 现主要从事葫芦科南瓜遗传育种等研究工作。E-mail: wangchanglin@caas.cn.

基金项目:公益性行业(农业)科研专项经费资助项目(201303112); 国家科技支撑计划资助项目(2012BAD02B03); 中国农业科学院创新工程资助项目(CAAS-ASTIP-2013-IVFCAAS); 中国农业科学院作物科学研究所中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资助项目(2060302-2-14); 农业部园艺作物生物学与种质创制重点实验室资助项目。

收稿日期:2015-10-08

表 1 嫁接砧木与接穗组合

Table 1 Graft stock and scion combination

组合编号 Combination number	砧穗组合 Stock and scion combination	砧木 Stock	接穗 Scion
1	黄瓜/黄瓜	1184	1101
2	黄瓜/黄瓜	1101	1184
3	南瓜/黄瓜	494	1184
4	南瓜/黄瓜	494	1101
5	南瓜/黄瓜	277	1184
6	南瓜/黄瓜	277	1101

1.3 项目测定

1.3.1 果面蜡粉含量测定 在结果期从每嫁接组合中选取开花时间相同的果实 4 个,小果为开花当天果实,中果为开花后 5 d 果实,大果为开花后 10 d 果实。用色彩色差计 HP-200 测定果实表面的明度差。方法是以空白的白色透明胶带整齐贴在黑色背板上,用色彩色差计测定明度值 L_1 ,然后以白色透明胶带从果柄向尾部方向连续粘取,小果 3 次,中果与大果为 8 次,将粘有蜡粉的透明胶带贴在黑色背板上,用色彩色差计测定明度值 L_2 ,以 $\Delta L(L_2 - L_1)$ 值表示果面蜡粉含量。

1.3.2 硅含量测定 取植株上部未完全张开的嫩叶和中下部已完全展开的老叶测定叶片硅含量,分别取果实表皮下 1~2 mm 厚组织测定果皮硅含量,果实表皮下 0.5~1.0 cm 左右组织测定果肉硅含量。具体方法是:称取鲜样约 100~200 mg,用 0.4 mL 1 mol/L HCl 提取液提取,研磨成匀浆。加入新鲜 0.4 mL 1 mol/L HCl 浸提 10 min,12 000 g 离心 5 min。取上清液 0.1 mL,加入至含有 0.4 mL 1 mol/L HCl 的新离心管中,加入 5% 钼酸铵 0.24 mL 混匀,于 90℃ 沸水浴中水浴 1 min,加入硫酸草酸混合液 0.8 mL,6% 硫酸亚铁铵(含 2% 硫酸)0.32 mL 混匀,后于 810 nm 分光光度计处测定吸光度。

1.4 数据分析

采用 SAS 9.1 软件对数据进行统计分析与检验,采用 Excel 2007 软件作图。

2 结果与分析

2.1 不同砧木对不同黄瓜接穗果面蜡粉的影响

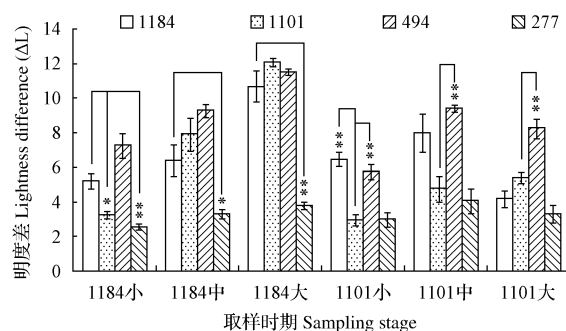
由图 1 可以看出,砧穗组合 277/1184 的小果、中果与大果的明度差值(ΔL)均显著低于砧穗组合 494/1184 与自根对照的明度差值,说明 277 砧木能显著去除黄瓜 1184 果面蜡粉。494/1184 的小果明度差与自根对照(1184)差异不显著。

组合 494/1101 的小果、中果与大果明度差显著高于自根对照(1101),且均达到显著差异,而组合 277/1101 的小果明度差与对照 1101 无差异。组合 1101/1184 与组合 1184/1101 的小果明度差与各自自根对照有显著差异,这与中果、大果时期不同。

2.2 不同砧木对不同黄瓜接穗果皮硅含量的影响

前人研究显示果面蜡粉形成与植株中的硅含量有

密切关系,为深入比较果实不同部位的硅含量变化,该试验测定了 1184、1101、494 与 277 为砧木分别嫁接黄瓜 1184 与 1101 在 3 个果实发育不同时期的果皮与果肉中的硅含量(图 2)。取样果皮为黄瓜果实表面向内 1~2 mm 左右组织。

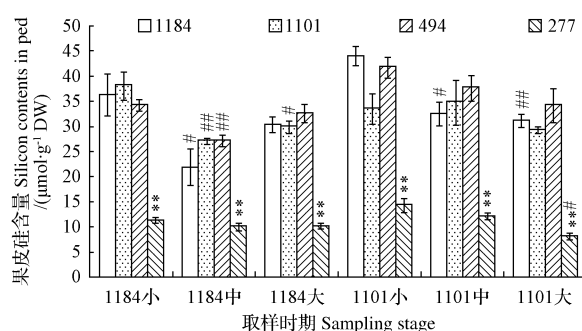


注:1184、1101、494 与 277 为砧木分别嫁接黄瓜 1184 与 1101,在开花当天(小)与花后 5 d(中)、10 d(大)果实表面明度差(ΔL), $n=4$ 。采用 T-test 统计检验,* 表示相同接穗同一时期不同砧木同自根间比较,* 为 $P<0.05$,** 为 $P<0.01$ 。

Note:Cucumber inbred lines 1184 and 1101 as scions were grafted onto rootstocks 1184, 1101, 494 and 277, respectively. Fruit surface lightness difference of the scions were examined on flowering day (small), five days after flowering (middle) and ten days after flowering (big), $n=4$. Asterisk indicated significant difference between different rootstocks and own-rooted control plants on same scion at same stage based on T-test (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$).

图 1 嫁接黄瓜的果面明度差

Fig. 1 Grafted cucumber fruit surface lightness difference



注:1184、1101、494 与 277 为砧木分别嫁接黄瓜 1184 与 1101,取 3 个不同时期(小、中、大)的样品比较果皮中硅含量($\mu\text{mol/g DW}$), $n=4$ 。采用 T-test 统计检验,* 表示相同接穗同一时期不同砧木同自根间比较,# 表示相同接穗同一砧木不同时期(中、大果与小果间)比较,*、# 为 $P<0.05$,**、## 为 $P<0.01$ 。

Note:Cucumber inbred lines 1184 and 1101 as scions were grafted onto rootstocks 1184, 1101, 494 and 277, respectively. Silicon contents ($\mu\text{mol/g DW}$) in the cucumber peel on flowering day (small), five days after flowering (middle), ten days after flowering (big) were examined, $n=4$. The letters indicated the means differ significantly by T-test (*: different rootstocks versus own-rooted control plants at same stage; #: different stages such as middle and big versus small among the same rootstock. *, #: $P<0.05$, **, ##: $P<0.01$).

图 2 嫁接黄瓜 3 个不同时期的果皮硅含量

Fig. 2 Silicon content in grafted cucumber peel at three different stages

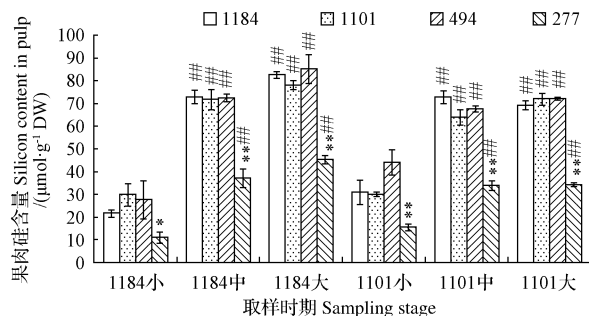
在接穗 1184 中,1184 自根黄瓜小果皮的硅含量为 $(36.4 \pm 4.2) \mu\text{mol/g DW}$,组合 277/1184 在 3 个时期的果皮硅含量均显著低于自根对照。砧穗组合 1101/1184 与组合 494/1184 在 3 个时期与 1184 自根对照均无显著差异。组合 1101/1184、494/1184 与 1184 自根对照大中果的硅含量低于小果。组合 277/1184 的果皮硅含量在 3 个时期无明显变化。

在接穗 1101 中,组合 1184/1101 与 494/1101 的果皮硅含量在小、中、大果的 3 个时期均与 1101 自根对照无显著差异。组合 277/1101 在 3 个时期中均低于自根 1101 对照。

2.3 不同砧木对不同黄瓜接穗果肉硅含量的影响

试验还对 2 种接穗不同组合在 3 个时期的果肉中的硅含量进行了测定。取样时,大中果肉为果面向内 0.5~1.0 cm 左右不带种子的果肉组织,小果为黄瓜去皮包含种腔的果肉。

由图 3 可以看出,在黄瓜自交系 1184 接穗中,自根 1184 的果肉硅含量从 $(21.7 \pm 1.6) \mu\text{mol/g DW}$ 增加到 $(82.5 \pm 1.4) \mu\text{mol/g DW}$ 。砧穗组合 277/1184 的果肉硅含量均显著低于自根对照,组合 494/1184 的果肉硅含量与自根对照均无差异。在 1101 接穗中,组合 277/1101 的果肉硅含量均显著低于自根对照,组合 494/1101 的果肉硅含量与自根对照均无差异。各组合的中、大果果肉中的硅含量比小果中的均显著上升。组合 1184/1101、



注:1184、1101、494 与 277 为砧木分别嫁接黄瓜 1184 与 1101,取 3 个不同时期(小、中、大)的果肉样品测定其中硅含量($\mu\text{mol/g DW}$), $n=4$ 。采用 T-test 统计检验,* 表示相同接穗同一时期不同砧木同自根间比较,# 表示相同接穗同一砧木中果、大果同小果间比较。*,# 为 $P<0.05$,**,## 为 $P<0.01$ 。

Note:Cucumber inbred lines 1184 and 1101 as scions were grafted onto rootstocks 1184, 1101, 494 and 277, respectively. Silicon contents ($\mu\text{mol/g DW}$) in the cucumber pulp on flowering day (small), five days after flowering (middle), ten days after flowering (big) were examined, $n=4$. The letters indicated the means differ significantly by T-test (*: different rootstocks versus own-rooted control plants at same stage; #: different stages such as middle and big versus small among the same rootstock. *, #: $P<0.05$, **, ##: $P<0.01$).

图 3 嫁接黄瓜 3 个不同时期的果肉硅含量

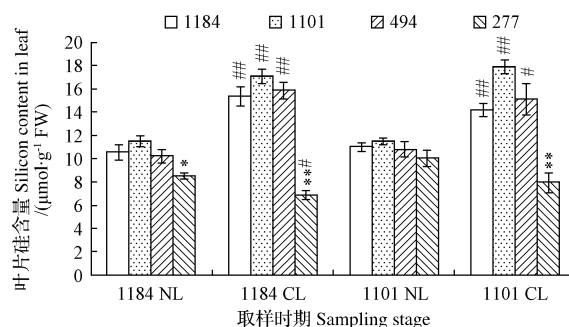
Fig. 3 Silicon content in grafted cucumber pulp at three different stages

1101/1184 的果肉硅含量在 3 个时期中与各自自根对照均无显著差异。与果皮硅含量变化趋势不同的是,砧木 277 嫁接 2 种接穗的中、大果肉硅含量显著高于小果肉的硅含量。

2.4 不同砧木对不同黄瓜接穗叶片硅含量的影响

对黄瓜接穗的茎尖上部新叶(new leaf, NL)与中下部已展开的完全叶(complete leaf, CL)中的硅含量进行测定发现(图 4),在接穗 1184 中,自根 1184 新叶的硅含量为 $(10.60 \pm 0.65) \mu\text{mol/g FW}$,组合 277/1184 新叶的硅含量稍低于 1184 自根,达到显著水平;组合 494/1184 与 1101/1184 新叶的硅含量与自根 1184 对照无显著差异;1184 自根、组合 1101/1184 与 494/1184 完全叶的硅含量相对各自新叶硅含量,分别显著增加 43%、46%、42%,但组合 277/1184 完全叶与新叶的硅含量无显著差异。

1101 接穗所有组合的新叶硅含量无明显差异;组合 277/1101 完全叶的硅含量显著低于 1101 自根对照;1101 自根、组合 1184/1101 与 494/1101 完全叶相对各自新叶中的硅含量分别显著增加 52%、27%、37%。



注:1184、1101、494 与 277 为砧木分别嫁接黄瓜 1184 与 1101,取主茎上部未完全长大的新叶(NL)与中下部完全展开的完全叶片(CL)的样品测定其中硅含量($\mu\text{mol/g FW}$), $n=4$ 。采用 T-test 统计检验,* 表示相同接穗同一时期不同砧木同自根间比较,# 表示相同接穗同一砧木完全叶同新叶间比较。*,# 为 $P<0.05$,**,## 为 $P<0.01$ 。

Note:Cucumber inbred lines 1184 and 1101 as scions were grafted onto rootstocks 1184, 1101, 494 and 277, respectively. Silicon contents ($\mu\text{mol/g FW}$) in the cucumber leaves including new leaves (NL) and complete leaves (CL) from main stem were examined, $n=4$. The letters indicated the means differ significantly by T-test (*: different rootstocks versus own-rooted control plants at same stage; #: different stages such as middle and big versus small among the same rootstock. *, #: $P<0.05$, **, ##: $P<0.01$).

图 4 嫁接黄瓜不同叶片中的硅含量

Fig. 4 Silicon content in grafted cucumber leaves

3 结论与讨论

该研究结果表明,黄瓜 1184 为多蜡粉品系,1101 为少蜡粉品系。砧穗组合 277/1184 能显著降低接穗蜡粉含量,组合 494/1184 的果面明度差与 1184 自根对照无明显差异。组合 277/1101 果面明度差较少且差异不显著,但组合砧木 494/1101 果面蜡粉量显著增加(图 1),这暗示砧木影响嫁接黄瓜果面蜡粉受砧木与接穗品种

特性 2 个方面因素影响。黄瓜/黄瓜组合(1184/1101、1101/1184)的大、中果面蜡粉明度差与各自的自根对照明度差均无显著差异,这一结果与董邵云等^[1]报道一致。

黄瓜果面蜡粉与多个无核的硅化细胞分化形成有关^[8]。刘青等^[6]报道嫁接黄瓜果实发育中硅含量呈先高后低的变化趋势,其中开花后第 3 天硅含量最高。该研究比较了 6 个嫁接组合接穗果皮和果肉硅含量。结果表明,在果皮中,砧木 277 嫁接黄瓜果皮的硅含量均显著低于砧木 494 和自根黄瓜对照,且砧木 277 嫁接 1184 和 1101 接穗的大中小 3 个时期果皮中硅含量差异不显著。在果肉中,中大果果肉硅含量均显著高于小果果肉,其中,去蜡粉砧木 277 的接穗果肉硅含量均低于不去蜡粉砧木 494 和自根苗的果肉。在叶片中,去蜡粉砧木(277)接穗的完全叶中的硅含量显著低于不去蜡粉砧木(494)接穗与自根对照的叶片(图 4)。MITANI 等^[10]报道南瓜砧木中硅转运蛋白基因 *CmLsi1* 第 242 个氨基酸由脯氨酸突变为亮氨酸会影响根系对硅的吸收能力,暗示砧木 277 嫁接接穗中各部位硅含量降低很可能是由砧木 277 对硅的吸收减少所致。

此外,课题组推测黄瓜自身果面蜡粉还受到不依赖硅的因素影响。首先,1101 自根(少蜡粉)大果的蜡粉明度差显著低于 1184 自根(多蜡粉)大果,但其同时期的果皮、果肉与叶片硅含量与 1184 自根的硅含量基本相当。其次,组合 1184/1101 与 1101 自根的大果明度差值显著低于组合 494/1101,但二者的硅含量在果皮、果肉与叶中均无显著差异。第三,与自根 1101 比较,组合 277/1101 接穗的果皮、果肉与叶片中的硅含量显著降低,但

二者果面蜡粉明度差差异不显著。

总的来说,该研究以 2 类黄瓜为接穗,去蜡粉砧木能显著降低多蜡粉黄瓜接穗果面蜡粉含量,不去蜡粉砧木能增加少蜡粉接穗果面蜡粉含量。去蜡粉砧木嫁接接穗各部位硅含量均显著低于自根对照与不去蜡粉砧木材料。砧木影响黄瓜接穗果面蜡粉量与接穗果实中硅含量变化有关。

参考文献

- [1] 董邵云,曹力,张圣平,等.嫁接砧木对黄瓜外观品质及果实风味物质的影响[J].中国蔬菜,2013(22):44-51.
- [2] 张红梅,金海军,余纪柱,等.不同南瓜砧木对嫁接黄瓜生长和果实品质的影响[J].内蒙古农业大学学报(自然科学版),2007,28(3):177-181.
- [3] 高彦魁,陈普红,李欣,等.不同基因型砧木对黄瓜产量和果实品质的影响[J].长江蔬菜,2009(11b):48-50.
- [4] 王铁臣,王海荣,李红岭,等.不同砧木嫁接对黄瓜蜡粉性状的影响[J].中国蔬菜,2010(8):77-79.
- [5] 高彦魁,李欣,赵志军.不同基因型砧木对黄瓜产量、果霜及抗病性和抗寒性的影响[J].西北农业学报,2011(3):180-183.
- [6] 刘青,魏珉,沈琼,等.不同砧木对嫁接黄瓜蜡粉形成及硅吸收分配的影响[J].园艺学报,2012(5):897-904.
- [7] 韩旭.黄瓜蜡粉性状遗传及少蜡粉砧木特性[J].中国蔬菜,1997(5):51-53.
- [8] SAMUELS A, GLASS A, EHRET D, et al. The effects of silicon supplementation on cucumber fruit: changes in surface characteristics[J]. Annals of Botany, 1993, 72: 433-440.
- [9] HAYASHI T, SUZUKI T, OOSAWA K. Correlation between occurrence of bloom on cucumber fruit and air temperature in a plastic film greenhouse [C]. II International Symposium on Cucurbits, 2001, 588: 29-33.
- [10] MITANI N, YAMAJI N, AGO Y, et al. Isolation and functional characterization of an influx silicon transporter in two pumpkin cultivars contrasting in silicon accumulation[J]. The Plant Journal, 2011, 66: 231-240.

Effect of Rootstock on Silicon and Fruit Surface Wax Powder Content in Grafted Cucumber

HU Jun, XIANG Chenggang, WANG Changlin, DUAN Ying, CHEN Hua

(Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

Abstract: Using two pumpkin inbred lines (494 and 277), and two cucumber inbred lines (1184 and 1101) as rootstocks, cucumber inbred lines (1184 and 1101) as scions, own-rooted cucumber as control, silicon contents in peel, pulp and leaves and fruit surface lightness difference were examined in six rootstocks/scions combinations (pumpkin/cucumber, cucumber/cucumber). The results showed that the silicon contents of two cucumber scions grafted by rootstock 277 were reduced significantly, and the fruit surface lightness difference of grafted combination 277/1184 were significantly lower than that of own-rooted 1184 plants, and the fruit surface lightness differences between combination 277/1101 and own-rooted 1101 plants were undifferentiated. The silicon contents of two cucumber scions grafted by rootstock 494 were increased insignificantly, and the fruit surface lightness difference between grafted combination 494/1184 and own-rooted 1184 control were increased insignificantly, and the fruit surface lightness difference of grafted combination 494/1101 was significantly increased than that of own-rooted 1101 control. The lightness difference of grafted combination 494/1101 was increased significantly as compared with that of the grafted combination 277/1101 and the own-rooted control 1101, but the silicon contents in grafted cucumber 494/1101 were not significantly different from the own-rooted 1101 plants.

Keywords: silicon content; fruit surface wax powder; rootstock; grafted cucumber