

陈同强,陈奎,田永强,等. 贮运时间和温度对黄瓜双断根嫁接苗质量的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(15):90-93.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.15.024

贮运时间和温度对黄瓜双断根嫁接苗质量的影响

陈同强,陈奎,田永强,曲梅,高丽红

(中国农业大学园艺学院/设施蔬菜生长发育调控北京市重点实验室,北京 100193)

摘要:为探究黄瓜双断根嫁接苗适宜的贮运时间和温度,研究不同贮运温度(15、20、25℃)、时间(0、8、16、24、32、40、48 h)对黑暗高湿(99%)条件下嫁接商品苗成活率、形态、生理指标的影响。结果表明,在本试验设定的温度与贮运时间范围内,嫁接苗的成活率与对照无显著差异;但与对照相比,贮运时间超过 40 h 会显著降低黄瓜商品苗的根冠比及接穗子叶和真叶的叶绿素含量;在温度为 25℃(贮运 8~48 h)嫁接商品苗的根冠比、接穗子叶叶绿素含量均显著低于对照。结果表明,黄瓜双断根嫁接苗的贮运温度不宜超过 25℃,贮运时间不宜超过 40 h。

关键词:黄瓜;断根嫁接;短期贮运;嫁接苗质量;贮运时间;温度

中图分类号:S642.204

文献标志码:A

文章编号:1002-1302(2018)15-0090-03

嫁接栽培是瓜类蔬菜克服连作障碍的有效技术措施,冬春季节是瓜类蔬菜嫁接苗需求的高峰期,但该时期在我国北方大部分地区育苗均存在低温、弱光等逆境,育苗期加温能源消耗大,导致成本上升,而育苗成本上升已成为制约工厂化育苗发展的主要因素^[1-2]。双断根嫁接是在插接基础上发展起来的嫁接方法,在黄瓜^[3-4]、西瓜^[5-6]、冬瓜^[7]等作物上已取得较好的效果,具有嫁接速度快、成活率高、嫁接苗健壮整齐等特点,而且双断根嫁接苗不带基质,可以增加单位体积的贮藏运输量。从节约育苗成本的角度出发,国内有育苗企业提出了双断根嫁接苗分段培育的设想,即冬春季节利用海南省等地适宜的自然气候条件进行蔬菜嫁接苗嫁接前幼苗的培育,将双断根嫁接后的苗(不带基质和穴盘)运输(空运或陆运)到其他地区育苗场进行后期生根及壮苗培育,这样既可以降低前期育苗加温成本,又可以减少商品苗从海南省向外长距离运输的成本,达到节本增效的商品苗生产目的。

目前,常规商品苗的贮运环境一般以低温、弱光和相对较高的空气湿度为主^[8-11],而嫁接苗愈伤组织的形成须要一个相对高温、高湿(99%)、黑暗的养护环境^[12-14]。笔者所在课题组前期的研究结果表明,在温度为 20℃条件下贮藏运输时间控制在 40 h 以内,黄瓜双断根嫁接苗的成活率、商品苗质量、移栽质量与对照(不经贮运,直接扦插生根)相比没有显著差异^[2]。考虑到不同运输条件(飞机或保温运输车等)所能达到的温度控制能力和成本,以及这种异地育苗的推广范围,笔者在前期试验的基础上,进一步研究不同贮藏温度与贮运时间对黄瓜双断根嫁接商品苗质量的互作影响,以期为该技术应用的可行性提供理论与数据支撑。

收稿日期:2017-03-08

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201301014);现代农业产业技术体系大宗蔬菜项目(编号:CARS-25-C-12)。

作者简介:陈同强(1990—),男,山东青岛人,硕士研究生,主要从事蔬菜无土栽培育苗和贮运技术的研究。E-mail:chenxiaotian@163.com。

通信作者:高丽红,博士,教授,博士生导师,主要从事设施蔬菜高效栽培的研究。E-mail:gaolh@cau.edu.cn。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试砧木为北农亮砧褐籽南瓜,接穗为中农 16 号黄瓜品种,由中国农业科学院蔬菜花卉研究所研制。

1.2 试验设计

试验于 2015 年在中国农业大学人工气候室和科学院日光温室内进行,育苗基质是以草炭:蛭石:珍珠岩体积比为 2:1:1 的混合物。待砧木第 1 张真叶微露到黄豆粒大小、接穗子叶刚展平时开始嫁接,采用插接法,并剪去砧木根部,将嫁接好的黄瓜苗放进底层铺有湿纱布的泡沫箱内,装满后再喷洒 25% 多菌灵可湿性粉剂 400 倍液,之后覆盖一层湿纱布,盖上盖子,箱内湿度为 99%,将泡沫箱放置在 15、20、25℃等 3 个恒温、黑暗的气候室内,根据贮运时间不同,分批次进行播种与嫁接,最后,同时将嫁接后在不同温度下贮运 0(CK)、8、16、24、32、40、48 h 的嫁接苗扦插到 50 孔穴盘并放入日光温室中,在温室内搭建小拱棚,小拱棚上覆盖遮阳网,维持高湿(95%~100%)、黑暗以及较高的温度条件(温室内平均温度为 20℃左右),促进伤口的愈合和不定根的发生。从第 6 天开始通风见光,第 8 天后完全撤去小拱棚,成活之后正常管理,苗期浇施黄瓜山崎营养液,嫁接苗长到 2 叶 1 心时测定相关指标。每个处理重复 3 次,每次重复 32 株苗,共 96 株嫁接苗。

1.3 测定指标

贮运结束后,测定砧木、接穗子叶和第 1 张真叶的叶绿素含量、淀粉含量、可溶性糖含量。扦插成活后统计成活率,当幼苗达到商品苗标准(2 叶 1 心)时测定秧苗株高、茎粗及地上部和地下部的干质量、鲜质量,计算壮苗指数(壮苗指数 = 茎粗 ÷ 株高 × 全株干质量)、第 1 张真叶比叶质量(指单位叶面积的叶片质量)、根冠比(根冠比 = 地下部干质量/地上部干质量)。所有形态指标每个重复测定 3 株,每个处理共测量 9 株,结果为 9 株的平均值;叶绿素含量等生理指标每个重复为 3 株混合样,结果为 3 次重复的平均值。

株高用直尺测量;茎粗用游标卡尺测量;叶面积用 Epson

perfection 4990 photo 扫描仪扫描。叶绿素含量测定采用 95% 乙醇提取比色法;可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法;淀粉含量测定采用高氯酸水解比色法^[15]。

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 2013 进行初步整理,用 SPSS 22.0 软件对数据进行 LSD 法差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 贮运时间和温度对处理结束后黄瓜双断根嫁接苗生理指标的影响

表 1 不同贮运时间和贮运温度对黄瓜双断根嫁接苗生理指标的影响

| 处理 | | 叶绿素含量(mg/g) | | 可溶性糖含量(mg/g) | | 淀粉含量(mg/g) | |
|---------|-----------|-------------|--------|--------------|--------|------------|-------|
| | | 砧木子叶 | 接穗子叶 | 砧木子叶 | 接穗子叶 | 砧木子叶 | 接穗子叶 |
| 贮运时间(h) | 0(CK) | 1.41ab | 1.35ab | 4.70a | 4.65a | 4.35a | 5.99a |
| | 8 | 1.48a | 1.39ab | 4.39a | 4.71a | 4.28a | 5.69a |
| | 16 | 1.36b | 1.41a | 4.14a | 4.24a | 4.49a | 5.92a |
| | 24 | 1.32bc | 1.34ab | 4.13a | 4.27a | 4.68a | 5.57a |
| | 32 | 1.23cd | 1.37ab | 3.56a | 4.26a | 4.29a | 5.68a |
| | 40 | 1.17d | 1.31b | 3.20a | 4.35a | 4.51a | 5.82a |
| | 48 | 1.11d | 1.38ab | 3.42a | 4.15a | 4.25a | 5.72a |
| | | | | | | | |
| 贮运温度(℃) | CK | 1.41a | 1.35a | 4.70a | 4.65a | 4.35a | 5.99a |
| | 15 | 1.31b | 1.35a | 3.55a | 4.45ab | 4.34a | 5.61a |
| | 20 | 1.29b | 1.36a | 3.61a | 4.43ab | 4.46a | 5.66a |
| | 25 | 1.23b | 1.38a | 4.00a | 4.09b | 4.46a | 5.95a |
| P 值 | 贮运时间 | <0.01 | 0.02 | NS | NS | NS | NS |
| | 贮运温度 | 0.03 | NS | NS | 0.03 | NS | NS |
| | 贮运温度×贮运时间 | NS | NS | NS | NS | 0.04 | 0.02 |

注:数据后不同小写字母表示不同贮运时间或不同贮运温度下同一指标在 0.05 水平上差异显著,NS 表示影响不显著($P>0.05$)。下表同。

2.2 贮运时间和贮运温度对黄瓜双断根嫁接商品苗生长指标的影响

在不同贮运温度下通过一定贮运时间后嫁接苗的成活率和商品苗质量是评价育苗技术方案是否可行的关键指标。由表 2 可知,贮运时间和贮运温度对黄瓜嫁接苗扦插后成活率的影响不显著,且各处理与对照均无显著差异,在试验所设定的贮运温度和贮运时间内,所有处理的双断根嫁接苗的成活率均高于 96%。贮运时间和贮运温度对黄瓜嫁接商品苗的比叶质量、总干质量、壮苗指数的影响均不显著,且各处理与

由表 1 可知,贮运时间和贮运温度对砧木子叶叶绿素含量影响显著,随着贮运时间的增加,砧木子叶叶绿素含量逐渐下降,处理 48 h 后叶绿素含量最低,与对照达到显著性差异;不同贮运温度处理的砧木子叶叶绿素含量均显著低于对照,但不同温度处理之间无显著性差异。与砧木子叶相比,接穗子叶叶绿素含量受贮运温度和贮运时间的影响较小,虽然表现为随着贮运时间延长叶绿素含量整体呈下降的趋势,但总体来看不同处理之间没有达到显著差异水平。在可溶性糖含量和淀粉含量方面,除了在贮运温度为 25 ℃时接穗子叶的可溶性糖含量与对照差异显著外,其他处理均与对照差异不显著。

对照均没有显著差异。但不同处理对商品苗的根冠比产生了显著影响,与对照相比,随着贮运时间的延长,根冠比总体呈下降趋势,贮运时间为 40 h 时根冠比与对照差异显著;贮运温度为 15、25 ℃时,与对照相比,根冠比显著降低,其降低原因主要是地下部干质量降低引起的。由此可见,贮运温度和贮运时间对断根嫁接苗的生根有显著影响,进而影响了植株的根冠比。当贮运时间太长(48 h),或温度过低(15 ℃)、过高(25 ℃),均会导致扦插后生根慢,根系生长量相对较小,而地上部生长受影响较小,因此根冠比降低。

表 2 不同贮运时间和贮运温度对黄瓜嫁接商品苗生长指标的影响

| 处理 | | 成活率(%) | 比叶重(g/m ²) | 总干质量(g) | 壮苗指数(mg) | 根冠比 |
|---------|-----------|--------|------------------------|---------|----------|---------|
| 贮运时间(h) | 0(CK) | 97.3a | 22.45a | 0.36a | 6.33a | 0.089a |
| | 8 | 99.1a | 20.15a | 0.32a | 6.06a | 0.084ab |
| | 16 | 98.7a | 19.91a | 0.31a | 5.86a | 0.079ab |
| | 24 | 98.6a | 21.47a | 0.33a | 6.18a | 0.076ab |
| | 32 | 96.8a | 21.82a | 0.32a | 5.86a | 0.078ab |
| | 40 | 97.2a | 21.01a | 0.36a | 6.26a | 0.072bc |
| | 48 | 99.0a | 21.48a | 0.35a | 6.27a | 0.061c |
| | | | | | | |
| 贮运温度(℃) | CK | 97.3a | 22.45a | 0.36a | 6.33a | 0.089a |
| | 15 | 97.5a | 21.24a | 0.34a | 6.50a | 0.074bc |
| | 20 | 98.5a | 20.23a | 0.33a | 6.10a | 0.082ab |
| | 25 | 98.6a | 21.59a | 0.32a | 5.64a | 0.069c |
| P 值 | 贮运时间 | NS | NS | NS | NS | <0.01 |
| | 贮运温度 | NS | NS | NS | NS | <0.01 |
| | 贮运温度×贮运时间 | NS | NS | NS | NS | <0.01 |

2.3 贮运时间和温度对黄瓜双断根嫁接商品苗生理指标的影响

由表 3 可知,贮运时间和贮运温度对砧木子叶叶绿素含量均没有显著影响,但影响了接穗子叶和真叶叶绿素含量,随着贮运时间延长,接穗子叶和接穗真叶叶绿素含量整体呈下降趋势,接穗子叶叶绿素含量在贮运 40、48 h 时与对照相比差异显著,接穗真叶叶绿素含量在贮运 24、32、48 h 时与对照差异显著。随着贮运温度升高,接穗子叶叶绿素含量呈下降趋势,25 ℃处理时叶绿素含量与对照差异显著,但贮运温度对接穗真叶叶绿素含量影响不显著。

表 3 不同贮运时间和贮运温度对黄瓜嫁接商品苗叶绿素含量的影响

| 处理 | 叶绿素含量(mg/g) | | | |
|---------|-------------|-------|--------|---------|
| | 砧木子叶 | 接穗子叶 | 接穗真叶 | |
| 贮运时间(h) | 0(CK) | 0.58a | 1.28a | 2.06ab |
| | 8 | 0.59a | 1.28a | 2.08a |
| | 16 | 0.57a | 1.17ab | 1.86abc |
| | 24 | 0.55a | 1.19ab | 1.77c |
| | 32 | 0.50a | 1.17ab | 1.71c |
| | 40 | 0.58a | 1.08b | 1.79bc |
| | 48 | 0.49a | 1.08b | 1.73c |
| 贮运温度(℃) | CK | 0.58a | 1.28a | 2.06a |
| | 15 | 0.57a | 1.20ab | 1.85a |
| | 20 | 0.52a | 1.16ab | 1.82a |
| | 25 | 0.54a | 1.13b | 1.82a |
| P 值 | 贮运时间 | NS | <0.01 | <0.01 |
| | 贮运温度 | NS | 0.03 | NS |
| | 贮运温度×贮运时间 | NS | NS | NS |

由表 4、表 5 可知,贮运时间和贮运温度对黄瓜嫁接商品苗砧木子叶、接穗子叶、接穗真叶的可溶性糖含量、淀粉含量整体上没有显著影响,虽然与对照相比,随着贮运时间的延长,接穗子叶、接穗真叶的可溶性糖含量与淀粉含量总体呈下降趋势,但贮运时间各处理之间及各处理与对照之间均差异不显著,贮运温度的影响更小。

表 4 不同贮运时间和贮运温度对黄瓜嫁接商品苗可溶性糖含量的影响

| 处理 | 可溶性糖含量(mg/g) | | | |
|---------|--------------|--------|-------|--------|
| | 砧木子叶 | 接穗子叶 | 接穗真叶 | |
| 贮运时间(h) | 0(CK) | 2.99ab | 8.19a | 13.29a |
| | 8 | 3.20ab | 7.30a | 13.69a |
| | 16 | 2.65b | 7.17a | 12.92a |
| | 24 | 3.51ab | 7.55a | 13.11a |
| | 32 | 3.54ab | 7.71a | 13.65a |
| | 40 | 3.91a | 7.13a | 12.29a |
| | 48 | 4.01a | 7.72a | 11.93a |
| 贮运温度(℃) | CK | 2.99a | 8.19a | 13.29a |
| | 15 | 3.53a | 7.42a | 13.19a |
| | 20 | 3.43a | 7.32a | 12.52a |
| | 25 | 3.44a | 7.55a | 13.08a |
| P 值 | 贮运时间 | <0.00 | NS | NS |
| | 贮运温度 | NS | NS | NS |
| | 贮运温度×贮运时间 | NS | NS | NS |

3 结论与讨论

本试验主要探讨瓜类蔬菜采用双断根嫁接育苗技术进行南北两地 2 段式育苗的可行性。结果表明,双断根嫁接苗在

表 5 不同贮运时间和贮运温度对黄瓜嫁接商品苗淀粉含量的影响

| 处理 | 淀粉含量(mg/g) | | | |
|---------|------------|-------|---------|--------|
| | 砧木子叶 | 接穗子叶 | 接穗真叶 | |
| 贮运时间(h) | 0(CK) | 8.82a | 55.88a | 58.89a |
| | 8 | 8.11a | 39.58ab | 46.20a |
| | 16 | 7.12a | 41.16ab | 45.30a |
| | 24 | 8.32a | 48.29ab | 52.02a |
| | 32 | 8.78a | 52.09ab | 60.14a |
| | 40 | 8.99a | 44.33ab | 50.63a |
| | 48 | 9.10a | 38.53b | 45.28a |
| 贮运温度(℃) | CK | 8.82a | 55.88a | 58.89a |
| | 15 | 8.38a | 45.66a | 47.63a |
| | 20 | 8.22a | 43.16a | 50.18a |
| | 25 | 8.48a | 43.29a | 51.54a |
| P 值 | 贮运时间 | NS | 0.04 | NS |
| | 贮运温度 | NS | NS | NS |
| | 贮运温度×贮运时间 | NS | NS | NS |

15~25 ℃范围内,经过 48 h 的高湿黑暗贮运,仍具有较高的成活率(97% 以上)和较好的商品苗质量,说明瓜类蔬菜双断根育苗进行南北两地 2 段式育苗在技术上是可行的。这既解决了北方育苗低温期加温能源消耗增加育苗成本(冬季季嫁接苗成本中加温成本平均为 0.20 元/株),增加空气污染风险的问题,同时又降低了直接在海南育成商品苗后进行穴盘苗远距离运输的成本。

贮运时间和温度主要影响黄瓜嫁接商品苗的根冠比及接穗子叶、接穗真叶的叶绿素含量。已有研究表明,蔬菜商品苗在黑暗条件下贮运时间不能过长,一方面要避免叶绿素分解导致叶片在光照条件下不能进行光合作用^[16-18],另一方面长时间的黑暗、高湿、高温条件容易导致嫁接苗伤口部位的感染及物质消耗过多^[19-20],降低嫁接苗的质量,影响定植后的生长发育。通过本试验初步明确在设定贮运温度与贮运时间范围内,贮运时间超过 40 h、贮运温度为 15、25 ℃均会显著降低黄瓜双断根嫁接商品苗的根冠比,接穗子叶和接穗真叶叶绿素含量也会相应降低,这均不利于培育壮苗。

综上所述,黄瓜双断根嫁接苗异地育苗的贮运(运输)温度应在 20 ℃左右较为合适,不应超过 25 ℃。在此温度的基础上,贮运时间不宜超过 40 h。

参考文献:

[1] 曾齐卫,刘淑梅,王施慧,等. 黄瓜嫁接苗的应用现状及改进方案[J]. 中国蔬菜,2013(1):16-21.

[2] 陈同强,李娟起,田永强,等. 贮藏时间对黄瓜双断根嫁接苗质量的影响[J]. 中国蔬菜,2015(9):39-43.

[3] 别之龙,朱进,黄远. 黄瓜断根嫁接工厂化穴盘育苗技术[J]. 中国蔬菜,2006(8):48-49.

[4] 朱进,别之龙,黄远,等. 不同嫁接方法对黄瓜嫁接工效和嫁接苗生长的影响[J]. 中国蔬菜,2006(9):24-25.

[5] 许勇,宫国义,刘国栋,等. 西瓜嫁接新技术——断根嫁接法[J]. 中国西瓜甜瓜,2002(4):33-34.

[6] 秦耀国,严泽生,林夏,等. 两种断根嫁接方法对西瓜幼苗成活率及生长的影响[J]. 南方农业学报,2016,47(1):83-86.

[7] 梁根云,刘小俊,杨宏,等. 断根嫁接对冬瓜产量和品质的影响[J]. 西南农业学报,2013,26(3):1294-1296.

[8] Jang Y, Goto E, Ishigami Y, et al. Effects of light intensity and relative

张丽娜,塔秀成,黄伟,等.微生物菌肥对萝卜土壤微生物及酶活性的影响[J].江苏农业科学,2018,46(15):93-96.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.15.025

微生物菌肥对萝卜土壤微生物及酶活性的影响

张丽娜¹,塔秀成¹,黄伟¹,李文杰¹,苗丁丁¹,王玉丽²,李刚³

(1.河北北方学院农林科技学院,河北张家口 075000; 2.河北省涿鹿县农牧局,河北涿鹿 075600;
3.河北省尚义县绿农植物医院,河北尚义 675750)

摘要:为了研究施入微生物菌肥对冀西北坝上地区萝卜田土壤微生物数量及酶活性的影响,以萝卜土壤为研究对象,设置 6 个处理,在不同萝卜生长期取土样测定微生物数量及酶活性。结果表明,在萝卜同一生长期,各处理土壤细菌、放线菌数量均多于 CK;在整个生长期,处理复合肥+木美土里复合微生物菌肥+中微量元素肥料(MR)和处理复合肥+木美土里复合微生物菌肥+育苗宝贝菌剂(MY)细菌数量均先增加后减少再增加,放线菌数量各处理均表现为先增加后减少的趋势;真菌数量各处理均表现为先增加后减少的趋势,且收获期较苗期大幅度降低,其中以处理 MR、MY 降幅最大,CK 降幅最小;土壤脲酶和转化酶活性均呈下降趋势,过氧化氢酶均呈升高趋势。因此,施入微生物菌肥有利于改善土壤微生物结构,促进了土壤中细菌和放线菌的繁殖,抑制了真菌生长;提高土壤脲酶、转化酶、过氧化氢酶活性。表现突出的处理为 MR 和 MY。

关键词:微生物菌肥;萝卜;土壤微生物;土壤酶活性

中图分类号: S144.1;S631.106

文献标志码: A

文章编号: 1002-1302(2018)15-0093-04

萝卜为十字花科萝卜属,是冀西北坝上地区主栽蔬菜品种之一,也是调整该区种植业结构中发展较快的蔬菜作物,面积已达 6 000 hm²,市场前景十分广阔^[1]。近年来,由于受到耕地面积、种植习惯、耕地政策、市场需求、市场专业化等因素

的影响,种植者为追求利益最大化,很少考虑轮作倒茬;同时,过量地施用化肥,导致萝卜产量和品质下降^[2],乃至失去商品价值甚至被绝收。由于根腐病等病害大面积发生,农药用量急剧增加,最终导致环境污染加剧;因此,土壤质量恶化等负效应已不容忽视。

土壤微生物的种类和数量是衡量土壤活力的重要指标。土壤中微生物数量的变化,会直接或间接地影响土壤中养分的转化^[3]。而土壤酶活性和土壤肥力之间又存在良好的相关性,不少学者将土壤中各种酶的活性变化作为判断土壤肥力的标准之一^[4-6]。可见,土壤微生物和各种酶的作用共同影响着土壤的物质转化与能量流动,其活性大小可作为评价土壤肥力的重要指标之一,因而受到更多学者的研究和重视^[7-9]。

收稿日期:2017-3-19

基金项目:河北省现代农业产业技术体系蔬菜产业创新团队建设(编号:HBCT2018030212);河北省专业学位研究生教学案例建设项目(编号:KCJSZ2017098);河北北方学院蔬菜学重点学科建设项目(编号:ZDXK201620)。

作者简介:张丽娜(1991—),女,河北崇礼人,硕士研究生,主要从事蔬菜栽培生理研究。E-mail:1083709990@qq.com。

通信作者:黄伟,硕士,教授,主要从事蔬菜生理生态研究。E-mail:nlkjxyy@163.com。

humidity on photosynthesis, growth and graft-take of grafted cucumber seedlings during healing and acclimatization [J]. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 2011, 52 (4): 331-338.

[9] Justus I, Kubota C. Effects of low temperature storage on growth and transplant quality of non-grafted and grafted cantaloupe-type muskmelon seedlings [J]. Scientia Horticulturae, 2010, 125 (1): 47-54.

[10] Kubota C, Seiyama S, Kozai T. Manipulation of photoperiod and light intensity in low-temperature storage of eggplant plug seedlings [J]. Scientia Horticulturae, 2002, 94 (1/2): 13-20.

[11] Lopez R G, Runkle E S. Low-temperature storage influences morphological and physiological characteristics of nonrooted cuttings of New Guinea impatiens (*Impatiens hawkeri*) [J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 50 (1): 95-102.

[12] 郑群,宋维慧.国内外蔬菜嫁接技术研究进展(上)[J].长江蔬菜,2000(9):1-5.

[13] 杨仕伟,罗庆熙.瓜类蔬菜断根嫁接研究进展[J].长江蔬菜,2012(10):1-3.

[14] 董玉梅,王崇启,侯丽霞,等.甜瓜嫁接苗的应用现状及改进方案[J].中国蔬菜,2013(3):13-16.

[15] 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,2000.

[16] 夏含嫣.黑暗及光照恢复对矮牵牛幼苗生理代谢的影响[D].上海:上海交通大学,2008.

[17] 段青青,丁明,姜武,等.黑暗对西瓜幼苗叶片叶绿体超微结构的影响[J].电子显微学报,2009,28(3):275-279.

[18] 张晓飞,曲梅,田永强,等.蔬菜商品苗贮藏运输技术研究进展[J].中国蔬菜,2014(7):4-11.

[19] 程琳,赵永钦,王玉珏,等.弱光下不同贮藏温度对黄瓜穴盘秧苗质量的影响[J].华北农学报,2011,26(2):147-151.

[20] Ding M, Bie B B, Jiang W, et al. Physiological advantages of grafted watermelon (*Citrullus lanatus*) seedlings under low-temperature storage in darkness [J]. HortScience, 2011, 46 (7): 993-996.