

王占锋,黄科文,练华山,等. 嫁接对硫华菊及凤仙花后代生长的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(11):112-115.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.11.027

嫁接对硫华菊及凤仙花后代生长的影响

王占锋¹,黄科文²,练华山¹,林立金³

(1. 成都农业科技职业学院园林园艺分院,四川成都 611130; 2. 四川农业大学园艺学院,四川成都 611130;

3. 四川农业大学果蔬研究所,四川成都 611130)

摘要:通过盆栽试验,研究未嫁接、同株嫁接(同一株苗上部为接穗、下部为砧木)、异株同苗嫁接(2株大小一致的苗分别作砧木和接穗)、异株异苗嫁接(小的1株苗作接穗、大的1株苗作砧木)对硫华菊及凤仙花后代生长的影响。结果表明,嫁接提高了硫华菊及凤仙花的株高、生物量、光合色素含量及抗氧化酶活性,其后代综合表现排序为异株异苗嫁接>异株同苗嫁接>同株嫁接>未嫁接;与未嫁接后代相比,异株异苗嫁接的硫华菊后代茎秆、叶片、地上部分生物量分别提高34.78%、30.63%、32.54%,异株异苗嫁接的凤仙花后代茎秆、叶片、地上部分生物量分别提高20.03%、17.86%、19.50%。自根苗嫁接可促进硫华菊及凤仙花后代的生长,其中以异株异苗嫁接的效果相对最好。

关键词:嫁接后代;硫华菊;凤仙花;株高;生物量;光合色素;抗氧化酶活性

中图分类号: S681.104;S616 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)11-0112-03

嫁接是人为地将一株植物的一部分(接穗)连接到另一株植物的根、茎及其他器官(砧木)上,使其同步发育形成一个完整植株的农艺措施^[1],可克服土传病害、消除连作障碍,在提高植物产量、抗逆性及改良果实品质等方面有重要的应用价值^[2]。近年来,嫁接在果树和蔬菜的生产应用中已取得一定进展^[3-6],而相较于果树和蔬菜,嫁接在花卉上的应用以提高其观赏价值为主^[7]。王希等以青蒿作砧木嫁接不同品种的菊花发现,嫁接能够有效促进菊花提前开花,提高花期品质^[8]。胡中成等将牡丹嫁接在芍药上发现,嫁接繁殖的牡丹生长势旺、成活率高、繁殖速度快,能够满足市场需求^[9]。杨荣礼将碧桃和绿梅同时嫁接在毛桃上,使单株植物开出2种颜色的花,大大提升了毛桃的观赏价值^[10]。

不同砧穗组合对植株生长发育的影响存在较大差异。刘慧英研究表明,嫁接植物对养分吸收的种类和数量因砧木性质而定,养分向接穗的运输却受到接穗性质的影响^[11]。毛丽君等研究表明,长势不同的砧木对同一接穗的影响差异达到显著水平,一般砧木长势愈旺盛,接穗的发育愈良好,反之亦然^[12];嫁接可通过遗传物质的水平转移或DNA甲基化模式的改变而诱导后代产生遗传性状变化^[13];采用不同砧木嫁接能够提高少花龙葵的后代生物量^[14],且嫁接还能促进芥菜后代的生长^[15],这可能与嫁接导致DNA甲基化变异并遗传给后代有关^[13]。目前,有关自根苗嫁接对植物后代生长的影响尚未见报道。本试验以硫华菊(*Cosmos sulphureus*)和凤仙花(*Impatiens balsamina*)2种花卉植物为材料,分别研究自根苗嫁接对这2种植物后代生长的影响,以为花卉栽培及育种提供参考。

收稿日期:2017-08-07

基金项目:四川省教育厅项目(编号:17ZB0342)。

作者简介:王占锋(1980—),男,四川富顺人,讲师,高级工程师,从事园林工程施工与管理、园林植物研究。E-mail:582455092@qq.com。

通信作者:林立金,博士,高级工程师,硕士生导师,从事果树栽培技术与生理研究。E-mail:llj800924@qq.com。

1 材料与方法

1.1 嫁接处理

2015年4月,将取自同一株上的硫华菊、凤仙花种子分别进行播种育苗,待株高约为10cm时进行嫁接或不嫁接处理。(1)未嫁接,作为对照(CK);(2)同株嫁接:同一植株从离地约6cm处剪断,上部4cm作为接穗、下部6cm作为砧木进行嫁接,保留砧木叶片,此时接穗和砧木在生理上保持一致;(3)异株同苗嫁接:选择2株大小基本相同的植株,从离地约6cm处剪断,将1株上部约4cm长的接穗嫁接到另一株下部约6cm长的砧木上,保留砧木叶片,此时接穗和砧木在生理上存在一定差异;(4)异株异苗嫁接:选择2株不同大小的植株,将大植株从离地约6cm处剪断作为砧木,以另一株株高为5cm的植株上部约4cm长的茎尖作为接穗进行嫁接,保留砧木叶片,此时接穗和砧木在生理上存在较大差异。嫁接采用劈接法,用宽约1cm、长约20cm的塑料带进行绑缚,使砧木与接穗的结合部分牢牢贴在一起。将嫁接成活及未嫁接的植株种植在准备好的土中,根据土壤实际情况不定期浇水,确保土壤水分含量保持在田间持水量的80%左右。开花时,采用硫酸纸袋进行套袋隔离;待种子成熟,分别收集各处理的种子进行保存。

1.2 硫华菊、凤仙花嫁接后代育苗

2016年4月,将取自四川农业大学温江校区农场的农田土壤与营养土按体积比1:1混合,称取5.0kg混合土装于高×直径为20cm×25cm的塑料盆内;分别将硫华菊及凤仙花不同嫁接处理后代的种子进行播种育苗,2张真叶展开时移栽至装有基质的盆中,每盆3株。每个品种、每种嫁接方式重复5次。经常浇水以保持土壤田间持水量为80%。

1.3 测定内容与方法

2016年6月当硫华菊、凤仙花进入初花期时,测定2种花卉的株高、茎基部直径、叶片数;采用乙醇-丙酮浸提法等^[16]测定叶片的叶绿素和类胡萝卜素含量,采用常规方法测

定可溶性蛋白含量及超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)等抗氧化酶活性^[16];收获硫华菊、凤仙花的茎秆、叶片,清洗干净,称质量。

1.4 数据分析

采用 SPSS 软件对试验数据进行方差分析,并采用 Duncan’s 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 嫁接对硫华菊及凤仙花后代生长指标的影响

由表 1 可知,硫华菊、凤仙花后代的株高、茎基部直径、叶片数的排序为异株异苗嫁接>异株同苗嫁接>同株嫁接>未嫁接;硫华菊、凤仙花嫁接后代(包括异株异苗嫁接、异株同苗嫁接、同株嫁接)的株高均显著高于未嫁接的($P<0.05$),硫华菊、凤仙花的异株异苗嫁接后代株高相对最高,分别较未嫁接的增加 13.53%、15.92%;硫华菊、凤仙花异株嫁接后代的茎基部直径显著高于未嫁接的后代($P<0.05$),而同株嫁接对其影响不显著;凤仙花嫁接后代的叶片数显著多于未嫁接的后代($P<0.05$),其中凤仙花异株异苗嫁接后代的叶片数相对最多,较未嫁接的增加 40.00%;硫华菊嫁接后代的叶片数与未嫁接相比差异不显著。

表 1 嫁接对硫华菊及凤仙花后代生长指标的影响

植物	嫁接方式	株高 (cm)	茎基部直径 (cm)	叶片数 (张)
硫华菊	未嫁接	45.1±2.6c	0.628±0.030c	17.5±0.6a
	同株嫁接	46.7±1.9b	0.648±0.024bc	18.0±1.8a
	异株同苗嫁接	47.0±1.8b	0.678±0.017ab	18.8±2.2a
	异株异苗嫁接	51.2±3.2a	0.695±0.017a	19.0±1.2a
凤仙花	未嫁接	62.2±1.5c	1.82±0.06b	100.0±4.2c
	同株嫁接	65.8±1.4b	1.86±0.07b	132.0±2.6b
	异株同苗嫁接	66.8±1.1b	1.96±0.08a	134.0±4.4b
	异株异苗嫁接	72.1±0.9a	1.97±0.02a	140.0±3.1a

注:同列数据后不同小写字母表示同一品种在不同处理间差异显著($P<0.05$)。下表同。

表 3 嫁接对硫华菊及凤仙花后代光合色素含量的影响

植物	嫁接方式	叶绿素 a 含量 (mg/g)	叶绿素 b 含量 (mg/g)	叶绿素总量 (mg/g)	类胡萝卜素含量 (mg/g)
硫华菊	未嫁接	1.15±0.02b	0.206±0.006b	1.35±0.02b	0.387±0.006b
	同株嫁接	1.23±0.09ab	0.247±0.017a	1.48±0.10ab	0.441±0.034a
	异株同苗嫁接	1.28±0.01a	0.256±0.002a	1.54±0.01a	0.465±0.003a
	异株异苗嫁接	1.29±0.04a	0.242±0.006a	1.52±0.04a	0.429±0.015ab
凤仙花	未嫁接	0.844±0.029b	0.172±0.003c	1.02±0.03b	0.344±0.019ab
	同株嫁接	0.857±0.022b	0.167±0.008c	1.02±0.03b	0.337±0.020b
	异株同苗嫁接	0.875±0.006b	0.194±0.005b	1.07±0.01b	0.375±0.008ab
	异株异苗嫁接	0.976±0.029a	0.246±0.005a	1.22±0.02a	0.381±0.010a

2.4 嫁接对硫华菊及凤仙花后代抗氧化酶活性的影响

由表 4 可知,硫华菊、凤仙花后代抗氧化酶活性及可溶性蛋白含量排序为异株异苗嫁接>异株同苗嫁接>同株嫁接>未嫁接;硫华菊嫁接后代的抗氧化酶活性、可溶性蛋白含量显著高于未嫁接的($P<0.05$),其中异株异苗嫁接后代的 SOD、POD、CAT 活性及可溶性蛋白含量相对最高,分别较未嫁接的显著提高 127.05%、138.67%、113.64%、42.18% ($P<0.05$);凤仙花嫁接后代的 SOD 活性及可溶性蛋白含量显著

2.2 嫁接对硫华菊及凤仙花后代生物量的影响

由表 2 可知,硫华菊、凤仙花后代茎秆、叶片、地上部分的生物量排序为异株异苗嫁接>异株同苗嫁接>同株嫁接>未嫁接;硫华菊嫁接后代的茎秆生物量显著高于未嫁接的($P<0.05$),其中异株异苗嫁接后代的生物量相对最高,较未嫁接的增加 34.78%;硫华菊异株异苗嫁接后代的叶片、地上部分生物量显著高于未嫁接的($P<0.05$),分别较未嫁接的后代增加 30.62%、32.54%;凤仙花异株嫁接后代(包括异株异苗嫁接、异株同苗嫁接)的茎秆、叶片及地上部分生物量显著高于未嫁接的($P<0.05$),而同株嫁接与未嫁接相比差异不显著;凤仙花异株异苗嫁接后代的茎秆、叶片、地上部分生物量相对最大,分别较未嫁接后代提高 20.03%、17.86%、19.50%。

表 2 嫁接对硫华菊及凤仙花后代生物量的影响

植物	嫁接方式	茎秆生物量 (g/株)	叶片生物量 (g/株)	地上部分生物量 (g/株)
硫华菊	未嫁接	9.2±1.14b	16.0±1.58b	25.2±2.72b
	同株嫁接	11.1±0.22a	16.2±0.86b	27.4±1.09b
	异株同苗嫁接	1.22±0.11a	17.6±0.96ab	29.9±1.07ab
	异株异苗嫁接	12.4±0.19a	20.9±1.47a	33.4±1.27a
凤仙花	未嫁接	59.4±2.72b	25.2±1.12b	84.6±3.83c
	同株嫁接	61.6±2.06b	28.2±1.50ab	89.8±3.56bc
	异株同苗嫁接	70.6±2.15a	29.3±1.75a	99.9±3.90ab
	异株异苗嫁接	71.3±2.43a	29.7±1.41a	101.1±3.85a

2.3 嫁接对硫华菊及凤仙花后代光合色素含量的影响

由表 3 可知,硫华菊嫁接后代的叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素总量、类胡萝卜素含量明显高于未嫁接的,其中异株同苗嫁接后代的叶绿素 b、叶绿素总量、类胡萝卜素含量相对最高,分别比未嫁接的高 24.27%、14.07%、20.16% ($P<0.05$),异株异苗嫁接后代的叶绿素 a 含量相对最高,较未嫁接的高 12.17% ($P<0.05$);除凤仙花同株嫁接后代的叶绿素 b、类胡萝卜素含量略低于未嫁接的外,其他嫁接方式的凤仙花后代光合色素含量均高于未嫁接的;异株异苗嫁接凤仙花后代的叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素总量、类胡萝卜素含量相对最高,分别较未嫁接的提高 15.64%、43.02%、19.61%、10.76%。

高于未嫁接的,凤仙花异株嫁接后代的 POD、CAT 活性显著高于未嫁接的($P<0.05$);凤仙花异株异苗嫁接后代的 SOD、POD、CAT 活性及可溶性蛋白含量相对最高,分别较未嫁接的显著提高 115.04%、214.10%、30.82% 与 85.52% ($P<0.05$)。

3 结论与讨论

嫁接愈合的时间因植物种类、年龄及嫁接时期的不同而有所差异,但砧穗间的愈合过程却大致相同^[17]。在嫁接愈合

表 4 嫁接对硫华菊及凤仙花后代抗氧化酶活性的影响

植物	嫁接方式	SOD 活性 (U/g)	POD 活性 [U/(g · min)]	CAT 活性 [U/(g · min)]	可溶性蛋白含量 (mg/g)
硫华菊	未嫁接	122 ± 4. 49c	181 ± 4. 40c	0. 264 ± 0. 018d	2. 94 ± 0. 07b
	同株嫁接	243 ± 3. 71b	307 ± 4. 24b	0. 335 ± 0. 010c	3. 91 ± 0. 12a
	异株同苗嫁接	249 ± 5. 59b	320 ± 2. 83b	0. 401 ± 0. 013b	4. 00 ± 0. 26a
	异株异苗嫁接	277 ± 4. 98a	432 ± 7. 44a	0. 564 ± 0. 009a	4. 18 ± 0. 16a
凤仙花	未嫁接	113 ± 3. 43c	1 177 ± 38. 4c	2. 92 ± 0. 077c	5. 04 ± 0. 29c
	同株嫁接	181 ± 4. 20b	1 255 ± 70. 7bc	2. 97 ± 0. 038c	6. 93 ± 0. 17b
	异株同苗嫁接	230 ± 7. 78a	1 343 ± 53. 5b	3. 50 ± 0. 041b	7. 33 ± 0. 28b
	异株异苗嫁接	243 ± 1. 70a	3 697 ± 12. 2a	3. 82 ± 0. 028a	9. 35 ± 0. 18a

过程中,砧木与接穗之间会通过改变营养物质的吸收和利用、水分与养分的运输及内源激素含量来相互作用、相互影响,进而引起植株当代出现嫁接变异的现象^[18-19]。周宝利等以“托鲁巴姆”作为砧木嫁接茄,可以显著增强当代茄的抗冷、抗病性^[20-21]。从理论上讲,嫁接是一种无性繁殖,并不会引起遗传信息的变化,但砧穗之间可能会通过遗传物质的水平转移或表观调控诱导其遗传信息的变异^[22]。Yagishita 等研究发现,嫁接可使辣椒后代的果实性状发生变化,并可将这种变异稳定地遗传下去^[23]。潘相文等以 4 个大豆品种为接穗、以 8 种远缘植物为砧木进行嫁接时发现,其后代出现高蛋白、高油、晚熟等不同类型的突变^[24]。Taller 等在突变的辣椒嫁接后代中检测砧木中的 DNA 认为,嫁接诱发变异的原因是 DNA 从砧木转移到了接穗的配子中^[25]。本研究表明,硫华菊、凤仙花自根苗嫁接后代株高等形态指标及地上部分生物量高于未嫁接后代,说明嫁接可能使硫华菊、凤仙花产生表观遗传上的变异,并延续到下一代^[13]。

光合作用为植物提供物质和能量,是植物生长发育的基础,而光合色素是影响光合作用的主要因素之一,在一定范围内植物叶片光合色素含量越高,光合作用越强^[26-28]。本试验发现,嫁接可使硫华菊后代各光合色素的含量有不同程度的提高,而凤仙花同株嫁接后代的叶绿素 b、类胡萝卜素含量较未嫁接的有所降低,异株嫁接则提高了其后代各光合色素的含量,这说明不同植物、不同嫁接处理对嫁接后代的影响会有所差异,可能与砧穗的生理差异程度有关。

植物在受到胁迫时往往会产生氧化胁迫,直接或间接产生过量的自由基对植物造成强烈的破坏作用^[28-29]。超氧化物歧化酶、过氧化物酶、过氧化氢酶在植物体内组成一个活性氧清除系统,能够有效降低植物体内的自由基水平,抗氧化酶活性及可溶性蛋白含量与植物的抗逆性有一定相关性^[30]。有研究发现,在嫁接愈合过程中,植株体内的激素、酶等生理生化特征会发生改变^[31]。本试验发现,嫁接可有效提高硫华菊、凤仙花后代抗氧化酶活性及可溶性蛋白含量,这可能是在嫁接这种生物胁迫下,硫华菊、凤仙花当代抗氧化酶活性及可溶性蛋白含量被改变,并通过表观遗传的形式传递给下一代^[13],相关机制有待进一步研究。

综上所述,嫁接能够有效提高硫华菊、凤仙花后代的株高、生物量、光合色素含量及抗氧化酶活性,促进其后代的生长发育并增强其抗逆性,其中,异株异苗嫁接处理对硫华菊及凤仙花后代的生长促进效果相对最好。

参考文献:

[1]陈贵林,乜兰春. 蔬菜嫁接栽培实用技术[M]. 北京:金盾出版

社,2004.

[2]王茹华,周宝利,张启发,等. 嫁接对茄子根际微生物种群数量的影响[J]. 园艺学报,2005,32(1):124-126.

[3]陈银根,吕文君. 不同砧木对嫁接黄瓜品质及产量的影响[J]. 安徽农业科学,2017,45(4):28-31.

[4]张保东,江 姣,陈宗光,等. 不同砧木对厚皮甜瓜长势、品质和产量的影响[J]. 中国瓜菜,2016,29(8):34-37.

[5]罗 丰,韩晓燕,许 彦,等. 不同砧木对西瓜枯萎病抗性及其品质等的比较研究[J]. 热带农业科学,2011,31(8):26-29.

[6]周宝利,姜 荷. 茄子嫁接栽培效果和抗病增产机制的研究进展[J]. 中国蔬菜,2001(4):52-54.

[7]魏学明,李玉良,侯再年. 嫁接在花卉上的应用研究[J]. 中国农村小康科技,2009(1):37-38.

[8]王 希,张艳梅,王彩云. 嫁接对菊花夏季生理特性及开花的影响[J]. 上海交通大学学报(农业科学版),2013,31(6):13-18.

[9]胡中成,蒋文娟,马新乔,等. 牡丹嫁接繁殖技术[J]. 浙江林业科技,2005,25(5):34-36.

[10]杨荣礼. 桃梅两色花二重砧嫁接技术[J]. 花木盆景(花卉园艺),1998(2):36-36.

[11]刘慧英. 嫁接影响西瓜果实品质和幼苗耐冷性的生理机制研究[D]. 杭州:浙江大学,2003.

[12]毛丽君,林位夫. 橡胶树不同长势砧木对不同栽培品种(接穗)生长等的影响[J]. 江西农业学报,2011,23(4):66-69.

[13]吴 蕊. 嫁接引起茄科植物可遗传的 DNA 甲基化模式变异及其可能机制的研究[D]. 长春:东北师范大学,2009.

[14]Wang J, Lin L J, Liu L, et al. Interspecies rootstocks affect cadmium accumulation in postgrafting generation plants of potential cadmium - hyperaccumulator *Solanum photeinocarpum* [J]. Environmental Toxicology and Chemistry,2016,35(11):2845-2850.

[15]林立金,罗 丽,张 潇,等. 油菜砧木对芥菜嫁接后代镉积累的影响[J]. 华北农学报,2015,30(1):207-212.

[16]熊庆娥. 植物生理学实验教程[M]. 成都:四川科学技术出版社,2003:124-126.

[17]王淑英,石雪晖. 葡萄嫁接愈合过程[J]. 中外葡萄与葡萄酒,1998(4):12-14.

[18]马铁山,郝改莲. 植物嫁接变异[J]. 生物学教学,2008,33(3):69-70.

[19]郭传友,黄坚钦,方炎明. 植物嫁接机理研究综述[J]. 江西农业大学学报,2004,26(1):144-148.

[20]周宝利,姜 荷. 不同砧木嫁接茄子抗黄萎病特性及其与根系分泌物关系[J]. 沈阳农业大学学报,2001,32(6):414-417.

[21]周宝利,王月英,林桂荣,等. 以“托鲁巴姆”为砧木的茄子嫁接苗耐低温特性研究[J]. 辽宁农业科学,1999(1):5-8.

[22]王 燕,谢 辉,陈利萍. 植物嫁接诱导的遗传变异机理的研究

张艺伟,李云霞,骆亮,等. 冷藏期间 3 种独蒜兰碳水化合物及激素含量变化[J]. 江苏农业科学,2018,46(11):115-118.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.11.028

冷藏期间 3 种独蒜兰碳水化合物及激素含量变化

张艺伟^{1,2}, 李云霞^{1,2}, 骆亮^{1,2}, 彭东辉^{1,2}, 吴沙沙^{1,2}

(1. 福建农林大学园林学院, 福建福州 350002; 2. 福建农林大学海峡兰花保育中心, 福建福州 350002)

摘要:将艳花独蒜兰(*P. aurita*)、云南独蒜兰(*P. yunnanensis*)和黄花独蒜兰(*P. forrestii*)贮藏于(4±1)℃冷库中,在贮藏 0、30、60、90、120、150 d 时,分别从每种中随机选择 3 个假鳞茎取样,测定可溶性糖、淀粉、蔗糖和还原糖以及吲哚乙酸(IAA)、脱落酸(ABA)、赤霉素(GA₃)及玉米素核苷酸(ZR)的含量。结果表明:(1)同等条件下解除休眠所需时间长度为云南独蒜兰>艳花独蒜兰>黄花独蒜兰;(2)独蒜兰属假鳞茎主要贮藏物质为淀粉,在新芽开始萌动及伸长过程中淀粉大量水解成可溶性糖维持其生理代谢活动;(3)IAA 和 GA₃ 是休眠解除的主要促进物,ABA 是主要的休眠促进物质,与 IAA 和 GA₃ 作用效果相反,是独蒜兰属植物解除休眠的主要抑制物。

关键词:独蒜兰属;假鳞茎;可溶性糖;内源激素

中图分类号: S682.310.9⁺3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)11-0115-04

独蒜兰属(*Pleione* D. Don)是兰科(Orchidaceae)具有较高观赏价值的一个属,该属全球有近 30 种,中国分布有 25 种^[1]。因其花大色艳,常被作为小型盆栽花卉观赏^[2]。独蒜兰属植物分布于高海拔地区,春花类 11 月叶落后进入休眠,需经过冬季低温休眠才能完成花发育及解除休眠。该属植物仅台湾独蒜兰(*P. formosana*)低温休眠过程中的生理生化变化得到了详细的研究和报道,其他的相关研究甚少^[3]。本试验探究低温贮藏过程中艳花独蒜兰、云南独蒜兰和黄花独蒜兰假鳞茎中碳水化合物和内源激素的变化规律,为明确独蒜兰属植物的休眠机理、改善假鳞茎的贮藏技术提供理论依据。

1 材料与与方法

1.1 试验材料

本试验选用的艳花独蒜兰、云南独蒜兰和黄花独蒜兰,均

为我国原产,将 3 种独蒜兰属植物假鳞茎在(4±1)℃冷库中贮藏,分别在贮藏 0、30、60、90、120、150 d 时,随机选取同种植物假鳞茎 3 个,在冰上将假鳞茎剪碎混匀,每个样品称量 0.5 g 左右。用锡箔纸分别包好置于液氮速冻 30 min,保存于-80℃冰箱中备用。

1.2 试验方法

参照王晶英等的萘酚-硫酸法^[4]稍加调整测定可溶性糖和淀粉含量;采用间苯二酚法测定蔗糖含量;采用酶联免疫法(ELISA)测定 IAA、ZR、ABA、GA₃ 4 种激素的含量。

1.3 数据处理

采用 Excel 2010 进行数据统计和图形绘制,采用 SPSS 19.0 统计软件中对结果进行方差分析,并使用 Duncan's 法进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 碳水化合物含量变化

2.1.1 可溶性糖含量变化 由图 1 可知,贮藏期间黄花独蒜兰可溶性糖含量最高,艳花独蒜兰次之,云南独蒜兰最低。艳花独蒜兰在低温贮藏期间可溶性糖含量变化不大,贮藏 90 d 时达到最高,为 2.16 mg/g,显著高于低温处理初期,120 d 显著降低,至 150 d 又显著增加;黄花独蒜兰可溶性糖含量呈单

进展[J]. 遗传,2011,33(6):585-590.

[23] Yagishita N, Hirata Y. Graft-induced change in fruit shape in *Capsicum annuum* L. I. genetic analysis by crossing [J]. Euphytica, 1987, 36(3): 809-814.

[24] 潘相文,孙晓环,张凤芸,等. 大豆远缘嫁接诱变技术的优化[J]. 大豆科学,2012,31(2):237-241.

[25] Taller J, Yagishita N, Hirata Y. Graft-induced variants as a source of novel characteristics in the breeding of pepper (*Capsicum annuum* L.) [J]. Euphytica, 1999, 108(2): 73-78.

[26] 朱新广,张其德. NaCl 对光合作用影响的研究进展[J]. 植物学通报,1999,16(4):332.

[27] 温学森,娄红祥,杨世林,等. 地黄不同品种光合色素含量及其

与叶色的关系[J]. 中国中药杂志,2002,27(11):828-831.

[28] Becana M, Dalton D A, Moran J F, et al. Reactive oxygen species and antioxidants in legume nodules [J]. Physiologia Plantarum, 2000, 109(4): 372-381.

[29] Kanazawa S, Sano S, Koshihara T, et al. Changes in antioxidative enzymes in cucumber cotyledons during natural senescence: comparison with those during dark-induced senescence [J]. Physiologia Plantarum, 2000, 109(2): 211-216.

[30] 徐勤松,施国新,杜开和. 镉胁迫对水车前叶片抗氧化酶系统和亚显微结构的影响[J]. 农村生态环境,2001,17(2):30-34.

[31] 张春兰,张耀栋. 不同品种番茄嫁接植株间吸钾特性差异的研究[J]. 南京农业大学学报,1995,18(3):72-80.