

桔梗雄性不育种质的杂种优势初探

李美善¹, 严一字¹, 朴雪梅², 吴松权¹, 吴基日¹, 李贞姬³

(1. 延边大学 农学院, 吉林 延吉 133002; 2. 延边农业科学研究院, 吉林 龙井 133400; 3. 龙井市开山屯镇农业技术推广站, 吉林 龙井 133417)

摘要:为了探讨桔梗雄性不育种质的利用前景, 将供试的桔梗雄性不育材料与 10 个正常可育材料杂交, 获得 10 个组合的 F_1 , 对 F_1 及 P_1 和 P_2 分析株高等 8 个主要农艺性状杂种优势。结果表明: 杂种优势在各组合间及各性状间有很大的差异, 杂种优势最高组合 8 个性状的平均优势为 49.40%; 最小组合为 13.60%; 10 个组合平均杂种优势最高的性状是单根鲜重, 为 41.80%, 最小的性状是主根长, 为 18.05%; 2 个性状间杂种优势的相关性达到极显著水平的有株高与茎粗、茎部鲜重与侧根数, 达到显著水平的有株高和根长、株高与侧根数、单根鲜重与茎粗以及单根鲜重与侧根数。该研究旨在为杂种优势在桔梗生产中的利用提供参考依据。

关键词:桔梗; 雄性不育; 种质资源; 杂种优势

中图分类号:S 503.51; S 567.23⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)18-0147-03

桔梗 (*Platycodon grandiflorum* (Jacq.) A. DC) 为桔梗科桔梗属植物, 其根为著名的中药材, 具有宣肺、祛痰、散寒、镇咳、消肿、排脓等功效^[1]。桔梗根还可以制成美味的菜肴, 是中国东北地区及日本、韩国、朝鲜等东亚国家常用蔬菜之一^[2]。

现代农业生产对杂种优势的利用已成为提高产量和品质的重要措施, 在有性繁殖植物中利用杂种优势的基础在于发现该植物的雄性不育种质。在高等植物中雄性不育是一种很普遍的遗传现象, 到目前为止, 已在 43 科 162 属 297 个种中发现雄性不育种质的存在^[3]。吴基日等^[4]于 2006 年发现 1 株桔梗雄性不育种质, 经花药发育及小孢子发生过程的观察, 认为雄性不

育花粉的败育主要发生小孢子发育时期, 绒毡层细胞过早解体, 因而小孢子发育中途停止是桔梗雄性不育花粉败育的主要原因^[4]。通过该桔梗雄性不育种质遗传模式的研究表明, 桔梗雄性不育性属于质核互作不育类型, 用作物育种学常用的三系配套法加以利用杂种优势是可行的。

该研究利用供试的桔梗雄性不育种质与 10 种正常可育种质杂交的 F_1 及其亲本, 用分析杂种优势的方法来探讨桔梗雄性不育种质的利用前景, 旨在为桔梗杂种优势在生产中的利用奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

桔梗雄性不育种质(三合野生)与金科 1 号等 10 个杂交组合的 F_1 及各组合的亲本列于表 1。

1.2 试验方法

于 2008 年夏季用人工套袋方法配制杂交组合的同时进行父本的自交, 秋季收获种子。杂种优势的测定在延边大学农学院桔梗试验田里进行, 试验地为沙

第一作者简介: 李美善 (1964-), 女, 吉林龙井人, 本科, 高级实验师, 现从事中草药遗传育种及栽培研究工作。

责任作者: 严一字 (1964-), 女, 博士, 副教授, 现从事植物遗传育种研究工作。E-mail: yiziyi@yahoo.com.cn。

基金项目: 吉林省科技引导计划资助项目 (吉科合字 20080570); 延边大学科技发展计划资助项目 (延大科合字 (2008) 第 03 号)。

收稿日期: 2011-06-11

Extraction of Anthocyanin in Purple Yam by Accelerated Solvent

TANG Xiao-wei, HE Hong-ju, SONG Shu-hui, WANG Wen-qi, GAO Hua-jie
(Vegetable Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097)

Abstract: The influence of temperature, cycling time, the solvent volume and stable time on the extraction efficiency of anthocyanin in Purple yam were discussed by the method of accelerated solvent extraction using orthogonal experiments and the analysis of variance. The results showed that the separation and identify by HPLC, the best extraction condition was at 80°C, cycling four times, 120% washing solvent and keeping 2 min. Meanwhile, the most important factor on extraction efficiency was the temperature. This technology had the advantage of saving time, little solvent consumption, high extraction efficiency etc, and would be developed in the future.

Key words: Purple yam; anthocyanin; ASE

壤土,中等肥力。试验地做成 1.3 m 宽的畦,于 2009 年 5 月 13 日播种,行距 20 cm,株距 6 cm,每穴点约 5 粒种子,每份材料播 3 行,播种后踩实。因杂交及自交的种子量有限,父本及 F_1 未设重复。在该试验中母本各性状的表现用发现桔梗雄性不育个体的原种质资源(三合野生)的数字来代替,母本设 3 次重复,求其平均值作为各组合的母本值。其它田间管理同大田生产。10 月 5 日进行收获期桔梗主要农艺性状的调查,调查内容包括株高、主茎叶数、茎粗、茎叶鲜重、主根长、根粗、侧根数以及单根鲜重。在每一份材料的中间一行连续取 10 株进行调查,求每 10 株的平均值。杂种优势的度量采用中亲优势法^[5],其计算公式:中亲优势(%)=[$F_1 - (P_1 + P_2)/2$]/[($P_1 + P_2$)/2]×100%。

表 1 杂交亲本和 F_1 的性状表现及杂种优势

材料	株高/cm	茎粗/cm	主茎叶片数	茎部鲜重/g	根长/cm	侧根数/条	根粗/cm	单根鲜重/g	平均优势/%
P ₁ 三合野生	35.67	0.65	8.00	28.37	23.32	4.33	1.80	21.52	
P ₂ 金科 1 号	33.00	0.77	5.75	20.75	27.20	6.25	1.61	21.73	
F_1	41.40	0.95	9.10	37.69	27.30	7.50	1.89	27.69	
杂种优势	20.56	33.80	32.36	54.46	8.08	41.78	10.85	28.05	28.62
P ₂ 太桔 1 号	37.00	0.83	6.83	34.42	22.05	6.50	1.81	23.05	
F_1	38.33	0.95	10.33	36.28	24.63	5.50	1.83	26.68	
杂种优势	5.49	28.38	39.31	15.56	8.57	1.57	1.39	19.72	15.00
P ₂ 内蒙 3	34.88	0.72	9.63	38.01	27.14	6.50	1.76	27.18	
F_1	36.86	0.76	9.71	45.30	25.29	6.57	2.00	31.83	
杂种优势	4.49	10.95	10.15	36.49	0.24	21.33	12.36	30.72	15.84
P ₂ 美里紫	37.00	0.74	7.56	31.89	24.74	4.78	1.82	24.13	
F_1	40.78	0.80	10.67	28.94	24.34	5.44	1.85	28.78	
杂种优势	12.23	15.11	37.15	-0.39	1.29	19.43	2.21	26.09	14.14
P ₂ 朝鲜白花	32.67	0.71	6.67	16.908	23.67	6.17	1.58	20.70	
F_1	32.80	0.78	8.00	24.18	23.56	5.80	2.13	30.70	
杂种优势	-4.01	14.71	9.07	6.80	0.27	10.48	26.03	45.43	13.60
P ₂ 龙井勇新	32.67	0.73	7.11	28.84	23.23	6.22	1.93	24.54	
F_1	35.83	0.97	8.50	31.10	24.58	6.33	1.86	30.27	
杂种优势	4.86	40.58	12.51	8.72	5.61	20.00	-0.27	31.44	15.43
P ₂ 通化 2	36.86	0.76	6.71	45.30	25.29	6.57	2.00	31.83	
F_1	46.17	1.13	10.83	35.771	25.23	6.00	2.00	42.87	
杂种优势	27.31	60.28	47.25	12.36	3.81	10.09	5.26	60.71	28.38
P ₂ 安图 1	35.70	0.89	7.10	33.41	24.16	5.00	1.77	27.03	
F_1	50.00	1.15	10.67	47.11	27.84	6.89	1.94	35.87	
杂种优势	38.18	49.35	41.32	52.51	17.27	47.70	8.68	47.77	37.86
P ₂ 安图 2	37.20	0.88	7.50	37.48	22.89	5.70	1.85	31.82	
F_1	46.13	1.08	10.88	38.40	27.33	7.63	2.02	38.46	
杂种优势	26.61	41.18	44.11	16.63	18.29	52.14	10.68	44.21	31.73
P ₂ 吉林农大	37.00	0.79	7.11	36.16	22.62	6.44	1.70	22.06	
F_1	47.44	1.17	11.78	55.10	24.19	9.78	1.95	45.06	
杂种优势	30.56	56.00	55.92	70.77	5.31	81.62	11.43	83.85	49.40

2.2 杂种优势的性状差异

杂种优势在各性状间有很大的差异。根据表 1 整理的株高等各性状在 10 个不同组合中的平均优势值、最大优势值、最小优势值以及变异幅度(最大优势值和最小优势值之差)的结果见表 2。从表 2 可知,8 个性状在 10 个不同组合中平均优势最高的性状是单根鲜重(41.80%),其次是茎粗(35.00%),最小的是主根长(6.87%);杂种优势的变异幅度最大的性状是侧根数(80.05%),其次是地上部鲜重(71.16%),最小的是主根长(18.05%)。

2.3 各性状杂种优势间的相关分析

根据表 1 中各组合株高等 8 个性状的杂种优势值,

2 结果与分析

2.1 杂种优势的组间差异

杂交亲本和 F_1 的性状调查及杂种优势测定结果见表 1。因为 10 个组合的母本都是三合野生,所以在表 1 中只在第 1 组合中表示出母本值外,其它组合中均省略了母本值。由表 1 可知,杂种优势在各组合间有很大的差异,各组合杂交后代的株高等 8 个性状的平均优势最大的组合是雄性不育×吉林农大,各性状的平均优势为 49.40%,其次是雄性不育×安图桔梗组合,为 37.86%,最小的组合是雄性不育×朝鲜白花,为 13.60%。最高组合和最小组合的杂种优势相差 35.8 个百分点。

表 2 桔梗各性状杂种优势(%)的平均值及变异范围

项目	株高 /cm	茎粗 /cm	主茎叶数 /个	地上部鲜重 /g	主根长 /cm	侧根数 /个	根粗 /cm	根鲜重 /g
平均值	16.63	35.00	32.92	27.29	6.87	30.61	8.86	41.80
最大值	38.18	60.28	55.92	70.77	18.29	81.62	26.03	83.85
最小值	-4.01	10.95	9.07	-0.39	0.24	1.57	-0.27	19.72
变异幅度	42.9	49.33	46.85	71.16	18.05	80.05	26.03	64.13

计算各性状间杂种优势相关性的结果见表 3。2 个性状间杂种优势的相关性达到极显著水平的有株高与茎粗($r=0.7873^{**}$)、茎部鲜重与侧根数($r=0.7776^{**}$)、2 个性状间杂种优势的相关性达到显著水平的有株高和根长($r=0.6501^*$)、株高与侧根数($r=0.6941^*$)、单根鲜重与茎粗($r=0.6798^*$)以及单根鲜重与侧根数

($r=0.6352^*$)。桔梗各性状中与产量关系最密切的是单根重,单根重由根长、根粗和侧根数来决定。在该试验中杂种优势最高的性状就是单根重,但单根重的杂

种优势与根长、根粗间的相关性不显著,而与侧根数间的相关性达到显著水平,说明在该试验中单根重的杂种优势主要来自侧根数的杂种优势。

表 3 各性状杂种优势间的相关系数(n=10)

相关系数	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
株高	X1						
茎粗	X2	0.7873**					
主茎叶数	X3	-0.2700	-0.4600				
茎部鲜重	X4	0.5800	0.3900	0.1500			
根长	X5	0.6501*	0.4800	-0.3400	0.2700		
侧根数	X6	0.6941*	0.4900	-0.1100	0.7776**	0.4500	
根粗	X7	-0.1700	-0.2800	0.1500	0.1900	-0.1600	0.1600
单根鲜重	X8	0.5700	0.6798*	-0.1800	0.4800	0.0600	0.6352*

注: * 表示在 $\alpha=0.05$ 水平上显著, ** 表示在 $\alpha=0.01$ 水平上显著。

3 讨论与结论

3.1 讨论

在有性繁殖植物中利用杂种优势的基础在于配套该植物的雄性不育系、保持系和恢复系,也就是说应该三系配套。桔梗的收获器官为根,而不是种子,所以恢复系的有无并不影响杂种优势的利用,但必须有稳定保持雄性不育特性的保持系。该研究课题组调查雄性不育种质和 30 多份栽培桔梗杂交一代育性的结果,只发现 1 种保持系和 1 种恢复系,其它的杂交一代都是株间有育性分离。桔梗是异花授粉为主的植物^[6-7],所以自然界中现存桔梗的遗传基础是比较杂的。今后要用更多的种质资源来进行保持系的筛选,同时要加快培育桔梗自交系,用遗传基础纯合的材料来进行保持系的筛选,通过连续回交培育出更多的桔梗雄性不育系。

3.2 结论

该研究的结果表明,桔梗的杂种优势比较明显,杂种优势在组合间有很大的差异。植物的杂种优势与双亲间的血缘关系、亲本的纯合度等因素有很大的关系。因此,今后要扩大桔梗种质资源,通过广泛测交筛选杂种优势更强的组合,同时要抓紧桔梗自交系的培育,为

筛选强优势的杂交组合,提供更多纯合的亲本材料。杂种优势在性状间有很大的差异。在该试验中杂种优势最大的性状是与桔梗产量关系最密切的单根重,但单根重的杂种优势与侧根数的杂种优势间有显著的相关性。桔梗侧根数的多与少直接影响根的外观质量。因此,今后在杂交组合的筛选中,应选单根重且侧根数少的组合。该试验中因时间和条件关系,没有测定亲本及杂种一代的药用成分含量,今后应加强这一方面的研究。

参考文献

[1] 刘德军,马维希. 桔梗[M]. 北京:中国中医药出版社,2001:1-5.
[2] 舒雯,高山林. 桔梗研究进展[J]. 中国野生植物资源,2001,20(2): 4-6.
[3] Kaul M L H. Male Sterility in higher plants[M]. Berlin: Springer-Verlag Press,1988.
[4] 吴基日,严一字,全雪丽,等. 桔梗雄性不育种质 JXB-1 的发现与鉴定[J]. 植物研究,2008,28(6):716-719.
[5] 张天真. 作物育种学总论[M]. 北京:中国农业出版社,2003:7-8.
[6] 刘鸣远,付承新. 桔梗生物学的研究[J]. 植物研究,1985,5(1): 71-80.
[7] 李今,邵锦霞. 药用植物桔梗的传粉效率与结实率研究[J]. 湖南师范大学学报(自然科学版),2001,24(2):73-75.

Preliminary Research of the Heterosis of Male Sterility Germplasm Resources of the *Platycodon grandiflorum*

LI Mei-shan¹, YAN Yi-zi¹, PIAO Xue-mei², WU Song-quan¹, WU Ji-ri¹, LI Zhen-ji³

(1. College of Agriculture, Yanbian University, Yanji, Jilin 133002; 2. The Institute of Agricultural Sciences of Yanbian, Longjing, Jilin 133400; 3. Kaishantun Extending Station for Agricultural Technology, Longjing, Jilin 133417)

Abstract: In order to investigate the prospects of *Platycodon grandiflorum* on male sterility germplasm resources, *Platycodon grandiflorum* male sterility material will be available for hybridization materials with 10 normal fertile materials, obtaining 10 combinations of F_1 , through the analyzed of F_1 and P_1 and P_2 on 8 main plant heterosis agronomic traits. The results showed that the average dominance value of the 8 traits from the combination owning the highest heterosis was 49.40%, the smallest was 13.60%. The trait of the highest average heterosis of the 10 combinations was fresh weight of a single root, for 41.80%; the smallest trait was the length of the taproot, for 18.05%, heterosis relationship reaching highly significant between the two traits included the level of a plant height and stem diameter, stem fresh weight and number of lateral, associated with significant levels, there were plant height and root length, plant height and lateral root number, fresh weight of single root and stem diameter, single root fresh weight and lateral root numbers. The research would provide the regard to the production of heterosis utilization in *Platycodon grandiflorum*.

Key words: *Platycodon grandiflorum*; male sterility; germplasm resources; heterosis