

## 桔梗不同组合杂种一代农艺性状 与品质性状比较\*

□赵禹凯\*\* (中国医学科学院北京协和医学院药用植物研究所 北京 100193)  
(内蒙古农业大学农学院 呼和浩特 010018)

魏建和\*\* 杨成民 褚庆龙 许旭东 金 钺 师凤华

(中国医学科学院北京协和医学院药用植物研究所 北京 100193)

王树彦 (内蒙古农业大学农学院 呼和浩特 010018)

**摘要:**目的:通过开展桔梗杂种一代品系比较实验,为新品种鉴定及推广应用提供科学依据。方法:田间试验采用随机区组设计,收获期调查主要农艺性状;采用 HPLC-ELSD 法测定桔梗中 6 个单体皂苷含量;重量法测定桔梗中粗纤维含量。结果:3 个杂种一代中,H18、H17、H15 单根鲜重分别为 9.71g、7.46g、7.98g;6 个单体皂苷含量总和分别为 0.40%、0.48%、0.47%;粗纤维含量分别为 5.85%、5.53%、4.97%。H18、H17、H15 小区鲜根产量分别为 2646.25g、2227.5g、1821.25g,分别较 CK 增产 121%、86%、52%。结论:3 个桔梗杂种一代中,H17 皂苷含量最高,H15 粗纤维含量低。H18 可作为综合型品种,H17 可作为药用型品种,H15 可作为食用型品种。3 个品系均具有增产潜力大、有效成分高等优点,可以作为新品种鉴定及推广应用,达到了选育的目标。

**关键词:**桔梗 杂种一代 农艺性状 品质性状

doi: 10.3969/j.issn.1674-3849.2010.05.018

桔梗 *Platycodon grandiflorum* (Jacq.) A.DC 为桔梗科 Campanulaceae 桔梗属植物,以根入药。现代药理学研究表明桔梗有免疫调节、抗炎、祛痰、保肝等作用<sup>[1]</sup>。桔梗在中国、日本和韩国以药用、食用为主,在欧美还作为园艺观赏植物和切花<sup>[2-5]</sup>。作为一种重要的药、食、赏兼用的植物,桔梗的品种选育工作已取得了一定的进展。国外培育出了 10 余个作为观赏

和切花用的桔梗新品种<sup>[2-5]</sup>,韩国选育出药用“白花”桔梗品种<sup>[6]</sup>,我国也选育出药食兼用的品种,如太桔 1 号、鲁梗 1 号<sup>[7-8]</sup>等品种。以上桔梗品种均为常规品种。

本实验室 2004 年发现第一批桔梗雄性不育株<sup>[9]</sup>,在此基础上培育出一批雄性不育系和自交系。2007 年以综合性状优良的雄性不育系(GP1BC1-12)与 18 个自交系配制了 18 个杂交组合,2008 年观察了 18 个杂种一代的表现,现报道其中 3 个优势突出杂种

收稿日期:2010-01-08

修回日期:2010-01-12

\* 国家自然科学基金项目(30772728):桔梗雄性不育遗传机制及杂种优势研究,负责人:魏建和。

\*\* 联系人:赵禹凯,硕士研究生,主要研究方向:药用植物遗传育种,Tel: 010-62895272, E-mail: zhaoyukai1984615@yahoo.com.cn; 魏建和,研究员,主要研究方向:药用植物基因资源与分子育种,Tel: 010-62818841, E-mail: wjianh@263.com。

一代 2008 年品系比较试验结果。目前,3 个杂种一代组合已通过北京市种子站新品种的鉴定。

## 一、材料与方法

### 1. 植物材料

2007 年用 3 个三代桔梗自交系 GS107-1-1、GS109-1-1 和 GSNH3-M1-M1 与 1 个雄性不育系 GP1BC1-12 配制 3 个杂交组合,获得的杂种一代种子分别标记为 H15、H17、H18,以来自桔梗主产区内蒙赤峰种质和山东种质为对照(CK1、CK2)。2008 年 4 月 2 日播种,随机区组设计,重复 4 次,每重复长 5m,宽 0.25m,每系播 1 行、每小区 1.25m<sup>2</sup>,每小区两边各设 2 行保护行。2008 年 10 月 29 日收获调查。种植地点为中国医学科学院药用植物研究所栽培育种实验基地。

### 2. 方法

#### (1) 生育期调查。

桔梗全生育期分为播种期、出苗期、始花期、盛花期、盛果期、果熟期和成熟期 7 个时期,生长期对其生育期进行调查。

#### (2) 形态性状调查。

每品系随机取 20 株调查其主要形态性状,包括株型、花色、茎色、茎色分布、叶色、柄基、叶缘、叶齿等。

#### (3) 农艺性状调查。

收获时,每品系随机取 20 株调查其主要农艺性状,同时调查小区产量。

#### (4) 品质性状测定。

每个品系随机取 10 株,刮皮,60℃烘干,粉碎后过二号筛,采用 HPLC-ELSD 法<sup>[10]</sup>测定桔梗中去芹菜糖桔梗皂苷 E、桔梗皂苷 E、去芹菜糖桔梗皂苷 D3、桔梗皂苷 D3、桔梗皂苷 D、远志皂苷 D2 共 6 种单体皂苷的含量;国标方法<sup>[11]</sup>测定桔梗中粗纤维含量。

①桔梗中 6 种单体皂苷含量的测定<sup>[10]</sup> 供试品溶液的制备参照郭文杰<sup>[10]</sup>方法略有改进。精密称取桔梗样品 1.0g(精确至 0.01g),至圆底烧瓶中,精密加入甲醇 100mL,超声提取 15min,重复 3 次,过滤,至 250mL 蒸发皿,挥干,用 50%甲醇定容至 10mL 容量瓶,摇匀,微

孔滤膜(0.45μm)过滤后作为供试品溶液,4℃冰箱保存待测。

对照品溶液的制备、色谱条件均参照郭文杰<sup>[10]</sup>方法进行。

②桔梗中粗纤维含量的测定 依据中华人民共和国国家标准 GB/T5009.10-2003《植物类食品中粗纤维的测定》<sup>[11]</sup>方法进行测定。

### 3. 数据处理

数据采用 Excel 和 SPSS<sup>[12]</sup>10.0 统计软件进行分析。

## 二、结果与分析

### 1. 桔梗品系生育期比较试验

比较 3 个杂种一代生育期,日数介于 152~159d, H15 比 CK1 晚 2d,与 CK2 相同, H17、H18 均比 CK1 晚 9d,比 CK2 晚 7d,见表 1。

### 2. 形态性状比较

3 个杂种一代在花色、茎色、茎色分布、叶色、叶

表 1 桔梗品系比较试验生育期

品系	播种期	出苗期	始花期	盛花期	盛果期	果熟期	成熟期	生育期
H15	05-08*	05-19	07-24	08-20	08-27	10-10	10-17	152d
H17	05-08	05-19	07-21	08-18	08-23	10-13	10-24	159d
H18	05-08	05-19	08-04	08-27	09-04	10-20	10-24	159d
CK1	05-08	05-17	07-14	08-04	08-16	10-03	10-13	150d
CK2	05-08	05-19	07-19	08-16	08-26	10-07	10-17	152d

\*注:生育期日数指出苗期至成熟期之间的天数;05-08 指 5 月 8 日,其它同。

表 2 桔梗品系比较试验形态性状

品系	株型	叶尖	柄基	叶缘
H15	直立型	钝尖	突起	弧度明显
H17	直立型	锐尖	突起	较平
H18	直立型	钝尖	突起	较平
CK1	匍匐型	锐尖	凹陷	弧度明显
CK2	匍匐型	钝尖	凹陷	弧度明显

表 3 桔梗品系比较试验地上部农艺性状

品系	株高(cm)	主茎高度(cm)	主茎粗度(cm)	主茎节数(个)	一级分枝数(个)	果实数(个)	单株地上干重(g)	小区地上干重(g)
H15	39.07b*	38.47b	0.27b	12.53b	3.50b	2.19a	1.30a	287.5b
H17	46.52a	45.60a	0.29ab	12.63b	4.48a	2.36a	1.45a	457.5a
H18	46.26a	45.64a	0.30a	14.61a	4.13ab	2.74a	1.97a	405.0a
CK1	35.90c	34.39c	0.24c	10.40d	4.00ab	2.19a	1.54a	207.5bc
CK2	36.03c	35.34c	0.24c	11.65c	3.50b	1.22b	1.78a	185.0c

\*注:同列数字后字母相同表示差异不显著,不同表示差异达显著水平(P<0.05)。

齿方面与对照一致。花色为紫色,茎色为绿色,茎色分布均匀。3个杂种一代均为直立型,一致性好,整齐度高,而两个对照均为匍匐型。H15、H18叶尖与CK2一致为钝尖,而H17则与CK1一致为锐尖。H15、H17和H18柄基均为突起与两个对照的凹陷不一致,H15叶缘与两个对照一致弧度明显,而H17、H18均为较平,见表2。

3. 农艺性状比较

(1)地上部分性状(见表3)。

3个杂种一代地上部分性状优势明显。除果实数、单株地上部分干重外,其他的性状如株高、主茎高度、主茎粗度、主茎节数、一级分枝数、小区地上部分干重超标优势明显。3个杂种一代的株高、主茎高度、主茎粗度、主茎节数、小区地上部分干重相对对照均达到了正显著水平;3个杂种一代的果实数均显著高于CK2。

(2)根部性状(见表4)。

3个杂种一代根部性状优势明显。主根长、主根上部直径、单根鲜重、小区鲜根产量、折干率超标优势都很明显。其中主根上部直径、单根鲜重、小区鲜根产量优势表现最突出。3个杂种一代的主根上部直径、单根鲜重、小区鲜根产量相对对照均达到了正显著水平;H15、H17主根显著长于CK,H18不显著;H17、H18折干率高;3个杂种一代的侧根数和侧根重比例与两个对照比较均未达到显著水平,表明杂交未导致根形变差,奠定了杂种一代优势利用的基础。3个杂种一代中以H18综合性状最优。

4. 品质性状比较

(1)6个单体皂苷含量比较(见表5)。

H17 6个单体皂苷含量的总和最高,达到0.48%,H15含量次之为0.47%,H17、H15皂苷总量均高于对照,与H18间存在显著性差异,H18皂苷含量较低为0.40%,低于对照。3个杂种一代去芹菜糖桔梗皂苷D3的含量明显高于对照。

(2)粗纤维含量比较(见表6)。

H15纤维素含量较低为4.97%,H17、H18粗纤维含量分别为5.53%、5.85%,与H15及两个对照均无显著性差异。

三、讨论

品系比较试验表明,3个桔梗杂种一代相对对照地上部分生长旺盛,产量优势明显。H18植株高大,产量最高,增产潜力最大,可作为综合型品种推广;H17植株高大,产量高,增产潜力大,皂苷含量最高,可作为药用型、提取型品种推广;H15产量较高,增产潜力较大,皂苷含量高,粗纤维含量最低,可作为食用型品种推广。

目前,评价桔梗质量的指标主要有两种。第一种是测定总皂苷含量,2005年版《中国药典》采用重量法测定总皂苷含量,规定桔梗中总皂苷含量不得低于6%;第二种是通过测定桔梗皂苷D的含量

表4 桔梗品系比较试验根部农艺性状

品系	主根长 (cm)	主根上部直径 (cm)	单根鲜重 (g)	小区鲜根产量 (g)	折干率 (%)	侧根数 (个)	侧根重比例 (%)
H15	26.62a*	1.41a	7.98b	1821.25b	19.45ab	0.61a	4.59a
H17	25.27ab	1.24ab	7.46b	2227.5ab	21.06a	0.63a	3.30a
H18	24.52b	1.40a	9.71a	2646.25a	21.40a	0.82a	3.24a
CK1	24.32b	1.09b	5.39c	1197.50c	16.62b	0.53a	3.59a
CK2	24.14b	1.12b	5.93c	1200.00c	19.26ab	0.55a	3.39a

\*注:同列数字后字母相同表示差异不显著,不同表示差异达显著水平(P<0.05)。

表5 桔梗品系比较试验6个单体皂苷含量测定结果(mg·g<sup>-1</sup>, n=4)

样品名称	去芹菜糖桔梗皂苷E	桔梗皂苷E	去芹菜糖桔梗皂苷D3	桔梗皂苷D3	桔梗皂苷D	远志皂苷D2	总量
H15	0.289b*	0.801b	0.265b	0.855a	0.635a	1.808b	4.653a
H17	0.294b	0.739b	0.292a	0.684b	0.655a	2.150a	4.818a
H18	0.388a	0.626c	0.272b	0.515c	0.524b	1.687b	4.012c
CK1	0.396a	0.987a	NDd	0.682b	0.661a	1.889ab	4.615ab
CK2	0.306b	0.936a	0.25c	0.546c	0.557b	1.588b	4.183bc

\*注:同列数字后字母相同表示差异不显著,不同表示差异达显著水平(P<0.05)ND代表未检出。

表6 桔梗品系比较试验粗纤维含量测定结果(% , n=2)

样品名称	粗纤维含量(%)
H15	4.97±0.18a
H17	5.53±0.91a
H18	5.85±0.08a
CK1	5.43±0.16a
CK2	5.18±0.26a

\*注:同列数字后字母相同表示差异不显著,不同表示差异达显著水平(P<0.05)。

量,一般采用 HPLC 法<sup>[13-14]</sup>。重量法测总皂苷含量操作繁琐,重现性不好,可能是其中糖类成分等杂质会对测定结果产生一定干扰,造成检测结果高于实际总皂苷的含量<sup>[15-16]</sup>;而单个单体皂苷含量难以代表药材的综合品质。为了较全面评估桔梗 18 个组合杂种一代的品质,本研究采用 HPLC-ELSD 法测定了桔梗中 6 个单体皂苷含量作为桔梗质量评价指标。同时考虑到桔梗的药食同源性,对其粗纤维含量也进行了评价,为药用、食用专业化品种确定提供依据。

从本文的结果可以看出,应用雄性不育系配制的桔梗杂交种杂种优势明显,根形良好,说明杂种优势育种是一条有效的桔梗育种途径,这一结果与其他以根类为主要收获器官的植物,如胡萝卜<sup>[17]</sup>、甜菜<sup>[18]</sup>、马铃薯<sup>[19]</sup>和萝卜<sup>[20]</sup>的杂种优势研究结果一致。由于杂种一代新品种在生产上应用时,需每代制种,强优势增加的经济效益将远大于制种成本,已成为大多数作物使用新品种的首选。但在中药材中有性繁殖药材生产上还没有杂种一代新品种选育成功。由于杂种一代种源高度可控、整齐度高,对实施 GAP 生产极为有利,因此,桔梗利用雄性不育选育杂交品种为中药材规范化生产技术进步做了有益探索。

### 参考文献

- 1 宋杨,齐云. 桔梗的药理研究进展. 中国药房,2006,17(2):140-141.
- 2 Halevy A H, Shlomo E, Ziv O. Improving cut flower production of balloon flower. Hort Sci, 2002, 37(5):759.
- 3 Park B H, Oliveira N, Pearson S. Temperature affects growth and flowering of the balloon flower (*Platycodon grandiflorus* (Jacq.) A. DC. cv. Astra Blue). Hort Sci, 1998, 33(2):233.

- 4 Goi M., Nagayama Y., Hasegawa A, et al. Year-round production of *Platycodon grandiflorus* A.DC. Technical Bulletin of the Faculty of Agriculture University, 1994, 46(2):87.
- 5 Song C Y, Roh M S, Chung S K, et al. Effect of temperature and light on growth and flowering of potted plant production of platycodon. Journal of the Korean Society for Horticultural Science, 1993, 34(6):446.
- 6 Kim H T, Seong J D, Kim G S, et al. A new high-yielding and white color balloon flower cultivar "Jangbaek". Korean Journal of Breeding, 2004, 36(1):69.
- 7 李挺,宫光前,李从勇. 药食兼用桔梗太桔 1 号及高产栽培技术. 中国农业推广, 2004, 3:56.
- 8 朱彦威,单成钢,王志芬. 桔梗新品种鲁梗 1 号的选育及栽培技术. 山东农业科学,2009,1:115-116.
- 9 魏建和. 中药桔梗杂种优势利用基础研究. 中国中医科学院,2006.
- 10 郭文杰. 桔梗中三萜皂苷类化学成分及质量控制研究. 中国医学科学院药用植物研究所,2009.
- 11 中华人民共和国国家标准. 植物类食品中粗纤维的测定. GB/T 5009, 10-2003.
- 12 张文彤,阎洁. SPSS 统计分析基础教程. 北京: 高等教育出版社, 2004:335-340.
- 13 许传莲,郑毅男,杨腊虎,等. HPLC 法测定不同采收期及不同部位桔梗中桔梗皂苷 D 含量. 吉林农业大学学报,2001, 23 (1):58-60.
- 14 石俊英,王颖,巩丽丽,等. HPLC 法测定桔梗不同部位、不同产地药材中桔梗皂苷 D 含量. 山东中医药大学学报,2007, 31(6):501-503.
- 15 石俊英,董其亭,巩丽丽,等. 不同产地桔梗中总皂苷成分与质量的相关性研究. 山东中医药大学学报,2006, 30(3):247-250.
- 16 李喜凤,薛秋萍,董诚明. 桔梗中总皂苷的含量测定. 中医学刊, 2006, 12(24):2232-2234.
- 17 管长志,尹立荣,顾自豪,等. 胡萝卜单根重杂种优势和主要经济性性状配合力分析. 天津农业科学,2001, 7(4):39-44.
- 18 程大友,刘景泉,褚庆权,等. 甜菜近交系配合力与杂种优势表现分析. 中国甜菜, 1994(3):12-20.
- 19 张荣,王一航,文国宏,等. 马铃薯主要块茎性状杂种优势及配合力分析. 中国马铃薯,2008, 2(22):81-84.
- 20 徐彦军,张渭,邓代信,等. 萝卜杂种优势效应分析及杂交组合的灰色评判. 种子,2004, 5(23):24-27.

**Agronomic and Quality Characteristics Comparison of Three F1 Hybrids of *Platycodon grandiflorum***  
Zhao Yukai<sup>1,2</sup>, Wei Jianhe<sup>1</sup>, Yang Chengmin<sup>1</sup>, Chu Qinglong<sup>1</sup>, Xu Xudong<sup>1</sup>, Jin Yue<sup>1</sup>, Shi Fenghua<sup>1</sup>, Wang Shuyan<sup>2</sup>

(1. Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences & Chinese Peking Union

Medical College, Beijing 100193, China;

2. College of Agriculture, Inner Mongolia Agricultural University, Inner Mongolia, Hohhot 010018, China)

**Abstract:** This work aimed to provide a scientific foundation for identification, application and extension of new varieties by the comparative tests of three *Platycodon grandiflorum* F1 hybrids. The main agronomic characteristics of the hybrids were investigated during the post-harvest period in a randomized block design. The contents of six kiyosaponins were analyzed by the HPLC-ELSD method, and the content of crude fiber was determined by the gravimetric method. For H18, H17 and H15, the average fresh weight of roots was 9.71 g, 7.46 g, 7.98 g, respec-

tively; the total content of the six kikyosaponins was 0.40%, 0.48 %, 0.47%, respectively; the content of crude fiber was 5.85%, 5.53%, 4.97%, respectively. The fresh weight of the block was 2646.25 g, 2227.5 g, and 1821.25 g, being 121%, 86%, and 52% higher than that of CK, respectively. Taken together, H17 has the highest kikyosaponin content, H15 has the lowest crude fiber content, and H18, H17 and H15 could all be used as medical and edible varieties. All the three hybrids not only have great potential to increase yield, but also possess high content of active ingredients. Therefore, they may satisfy the breeding requirement and thus be popularized as new varieties.

Keywords: *Platycodon grandiflorum*, Hybrids, Agronomic characteristics, Quality characteristics

(责任编辑:李沙沙,责任译审:张立崑)