

矮牵牛雄性不育性状的遗传分析初探

王 妍¹, 沈向群¹, 关柏丽², 郭 春², 李 青¹

(1 沈阳农业大学 园艺学院, 辽宁 沈阳 110866; 2 辽宁省农业科学院, 辽宁 沈阳 110866)

【摘 要】 【目的】初步探索矮牵牛雄性不育性状的遗传规律, 选育雄性不育两用系。【方法】从矮牵牛 328 自然群体后代中发现并选择不育株, 以不育株(08A328)为母本, 以 7 份不同来源的材料为父本进行杂交, 杂交后代(F_1)自交获得 F_2 , 选择 F_2 分离出的不育株与 F_1 回交, 同时对 F_2 不育株进行人工自交结实率试验和花粉生活力测定。在 F_2 中优选不育株与经济性状优良的父本进行回交转育, 转育后代自交, 子代兄妹交, 筛选可育株与不育株数量按 1 : 1 分离的株系。【结果】 F_1 后代全可育, F_2 后代可育株与不育株数量按 15 : 1 分离, 回交后代可育株与不育株数量按 3 : 1 分离。不育株花药干瘪微黄, 花粉无活力, 自交不结实。回交转育后代均可育, 自交后可育株与不育株数量按 15 : 1 分离。经兄妹交筛选, 初步育成矮牵牛雄性不育“两用系”, 其基因型为 $ms_1ms_1ms_2ms_2$ 、 $MS_1ms_1ms_2ms_2$ 或 $ms_1ms_1MS_2ms_2$ 。【结论】该矮牵牛雄性不育性由 2 对隐性等位核基因控制, 不育株率稳定在 50%, 不育度高。

【关键词】矮牵牛; 雄性不育; 遗传

【中图分类号】S681.603.2

【文献标识码】A

【文章编号】1671-9387(2011)06-0203-07

Inheritance of male sterility in *Petunia hybrida* Vilm.

WANG Yan¹, SHEN Xiang-qun¹, GUAN Bo-li², GUO Chun², LI Qing¹

(1 Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866, China;

2 Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang, Liaoning 110866, China)

Abstract: 【Objective】The study was conducted to find the inheritance of male sterility in *Petunia hybrida* Vilm. and obtain male sterility A/B lines. 【Method】Sterile plants were found and chosen from the 328 natural group in *P. hybrida* Vilm.. Crossing with 7 male parents from different colors and sources, sterile (08A328) was used as female parent F_1 hybrids selfing. And the chosen sterile in F_2 back crossed. Meanwhile, another staining and testing of self-fruitful ratio of sterile(F_2) were carried out. The selected F_2 sterile back crossed with high quality male parents. The progeny selfing, and then a sibmating in the self progeny were implemented. 【Result】 F_1 : All fertile. F_2 : 15 : 1 isolated, Fertile to sterile. Backcross progeny: isolated for 3 : 1. A lack of viability in the pollen and light yellowed and withered anthers were showed in sterile plants. The backcross (high quality male parents) progeny was all fertile. Fertile to sterile demonstrated a isolation of 15 : 1 after the backcross progeny selfing. Male sterility A/B lines preliminary formed and the genotypes were: $ms_1ms_1ms_2ms_2$, $MS_1ms_1ms_2ms_2$ or $ms_1ms_1MS_2ms_2$. 【Conclusion】The male sterility maintained high and stable (50%) and it was determined by 2 recessive nuclear alleles in *P. hybrida* Vilm..

Key words: *Petunia hybrida* Vilm.; male sterility; inheritance

矮牵牛 (*Petunia hybrida* Vilm.) 为茄科矮牵牛 属花卉, 是由原产阿根廷的白花矮牵牛、胀筒矮牵牛

* [收稿日期] 2010-11-05

[基金项目] 沈阳市科技攻关项目(1053100-3-02)

[作者简介] 王 妍(1985—), 女, 河北冀州人, 在读硕士, 主要从事观赏园艺植物遗传育种研究。E-mail: fengye61610101@126.com

[通信作者] 沈向群(1954—), 男, 辽宁锦县人, 教授, 博士生导师, 主要从事花卉遗传育种研究。E-mail: shenxiangqun54@163.com

和紫花矮牵牛等种经过复杂的相互杂交而育成的多年生草本花卉。国外对矮牵牛的杂交育种技术研究较早,由于杂交育种技术涉及到商业价值,有关这方面的报道较少。我国目前栽培的 F₁ 代种子基本依靠进口,价格昂贵,没有自主知识产权^[1]。国内各研究单位主要以引进的优良矮牵牛品种为材料,采用自交分离法筛选不同花色、不同花径和不同形态的自交系材料,以直接完成品种选育和配制 F₁ 品种使用^[2]。目前国外配制 F₁ 品种主要采用人工蕾期去雄杂交制种,不仅浪费财力,而且品种纯度难以保证。除了去雄人工杂交外,对闭花瓣形花的研究也有报道^[3-4],这也可以作为杂交制种途径加以利用。在杂交制种方面,雄性不育性的利用应该是很好的途径,但是目前尚鲜有报道。因此,探讨矮牵牛雄性不育性的遗传规律,转育不同性状的雄性不育系,对于矮牵牛杂交育种具有重要的现实意义和指导意义^[5-9]。本研究以矮牵牛 328 自然群体为基础选择不育株,并通过杂交、自交、回交等,探讨矮牵牛雄性不育性状的遗传规律,并对雄性不育两用系进行选育,以期矮牵牛良种选育奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料

- 1)矮牵牛不育材料。矮牵牛 08A328,是辽宁省农业科学院设施中心于 2008 年在编号 328 的矮牵牛自然群体中发现的不育株。
- 2)矮牵牛杂交材料。主要材料有 A01、A04、A07、A18、A313、A314、A327。
- 3)矮牵牛回交材料。主要材料有 I7-1-1-1(白中花)、H1-1-2(白小花)、D1-1-1-1(白大花)、I1-6-2-2(红小花)、Ⅲ 3-3-2-2(红大花)、B2-1-1-1(粉大花)、3-1-1(紫大花)、1-25-1-3(亮粉大花)。

1.2 方法

试验于 2008—2010 年在沈阳农业大学蔬菜花卉试验基地进行。试验采用常规杂交育种方法,即人工杂交和自交授粉。

1.2.1 杂交(F₁)后代的育性 以发现的不育株 08A328-1、08A328-2 和 08A328-3 为母本,以 A01、

A04、A07、A18、A313、A314 和 A327 等 7 份不同来源的杂交材料为父本进行杂交,组成 10 个组合,调查后代的育性表现,确定不育株的遗传类型。

1.2.2 自交(F₂)后代的育性 选择 F₁ 表现优良的 20 个株系自交,调查后代的育性分离情况。

1.2.3 回交(BC₁F₁)后代的育性 以 F₂ 表现优良的不育单株为母本,从 F₁ 中选择 10 个株系作为父本进行回交,调查后代育性,探索矮牵牛雄性不育性状的遗传规律。

1.2.4 F₂ 代不育株的育性调查 从 F₂ 代白色、紫色、亮粉色系中每色系任选 3 株不育株,每株 10 朵花,进行人工自交与花粉染色试验(过氧化物酶沉淀法)^[10],调查其自交结实率和花粉生活力。试验重复 3 次,以 1-25-1-3、3-1-1、D1-1-1-1、Ⅲ 3-3-2-2、B2-1-1-1、I1-6-2-2 育性正常株为对照。

1.2.5 回交转育 从 F₂ 代白色、紫色、亮粉色、粉色和红色株系中,各选 3~6 株综合性状良好的不育株,与花色对应的 8 个父本材料回交,父本材料为 I7-1-1-1(白中花)、H1-1-2(白小花)、D1-1-1-1(白大花)、I1-6-2-2(红小花)、Ⅲ 3-3-2-2(红大花)、B2-1-1-1(粉大花)、3-1-1(紫大花)和 1-25-1-3(亮粉大花),共组成 40 个株系。再通过兄妹交筛选雄性不育“两用系”。

1.2.6 数据处理 对所得数据进行分类统计分析,进行 χ^2 适合性测验。样本容量按公式(1)计算,适合性测验按公式(2)检验。

$$n \geq \lg(0.01)/\lg(1-p), \tag{1}$$

$$\chi^2 = [A-ra - (r+1)/2]2/rn. \tag{2}$$

式中: n 为样本容量; p 为目标基因发生概率; χ^2 为卡平方; A 和 a 分别为显性组和隐性组的实际观察次数, $n=A+a$ 即总次数, r 为理论分离比率。

2 结果与分析

2.1 矮牵牛雄性不育性的遗传分析

2.1.1 F₁ 代的育性 于 2008-04-10,对以雄性不育株为母本进行杂交的 10 个组合进行了后代育性调查,对后代花的性状进行了记录,结果见表 1。由表 1 可知,在长达半年的时间里,经历低温和高温后,F₁ 代的育性均保持稳定。

表 1 矮牵牛杂交 F₁ 代的育性及花色

Table 1 Fertility and color in F₁ generation of *P. hybrida* Vilm.

F ₁ 编号 F ₁ system No.	花色 Color	总株数 Total number	可育:不育 Fertile:sterile	育性 Fertility
08A328-1×A01	亮粉 Brilliant pink	28	28:0	全可育 Fertile
08A328-1×A04	淡粉 Light pink	31	31:0	全可育 Fertile
08A328-1×A07	粉色 Pink	35	35:0	全可育 Fertile

续表 1Continued table 1

F ₁ 编号 F ₁ System No.	花色 Color	总株数 Total number	可育 : 不育 Fertile : sterile	育性 Fertility
08A328-1×A313	白色 White	24	24 : 0	全可育 Fertile
08A328-1×A327	紫色 Purple	40	40 : 0	全可育 Fertile
08A328-2×A04	白色 White	26	26 : 0	全可育 Fertile
08A328-2×A07	淡紫 Light purple	16	16 : 0	全可育 Fertile
08A328-2×A18	粉色 Pink	22	22 : 0	全可育 Fertile
08A328-2×A314	白色 White	17	17 : 0	全可育 Fertile
08A328-3×A07	粉色 Pink	28	28 : 0	全可育 Fertile

表 1 中,F₁ 代 10 个株系皆可育,其父本自交后代全部可育,育性无分离,说明矮牵牛雄性不育为隐性基因控制,且推测为核型不育。

2.1.2 F₂ 代的育性 在以上 10 个 F₁ 代株系中,每个株系选 2 个优良单株自交,后代的育性分离结果见表 2。

表 2矮牵牛 F₂ 代的育性及花色

Table 2Fertility and color in F₂ generation of *P. hybrida* Vilm.

F ₂ 编号 F ₂ System No.	花色表现 Color performance	总株数 Total number	可育 : 不育 Fertile : sterile	理论分离比例 Theoretical ratio	χ^2 ($\chi^2_{0.05}=3.841$)
(08A328-1×A313)-1	白色 White	43	40 : 3	15 : 1	0.014
(08A328-1×A313)-2	白色 White	52	48 : 4	15 : 1	0.021
(08A328-2×A04)-1	白色 White	31	29 : 2	15 : 1	0.105
(08A328-2×A04)-2	白色 White	27	25 : 2	15 : 1	0.022
(08A328-2×A314)-1	白色 White	57	53 : 4	15 : 1	0.001
(08A328-2×A314)-2	白色 White	44	41 : 3	15 : 1	0.024
(08A328-1×A01)-1	亮粉 Brilliant pink	35	33 : 2	15 : 1	0.048
(08A328-1×A01)-2	亮粉 Brilliant pink	52	49 : 3	15 : 1	0.021
(08A328-1×A327)-1	紫色 Purple	24	22 : 2	15 : 1	0.000
(08A328-1×A327)-2	紫色 Purple	30	28 : 2	15 : 1	0.080
(08A328-1×A04)-1	分离 Isolated	57	53 : 4	15 : 1	0.001
(08A328-1×A04)-2	分离 Isolated	46	44 : 2	15 : 1	0.052
(08A328-1×A07)-1	分离 Isolated	38	35 : 3	15 : 1	0.007
(08A328-1×A07)-2	分离 Isolated	31	29 : 2	15 : 1	0.105
(08A328-2×A07)-1	分离 Isolated	57	53 : 4	15 : 1	0.001
(08A328-2×A07)-2	分离 Isolated	66	61 : 5	15 : 1	0.036
(08A328-2×A18)-1	分离 Isolated	30	28 : 2	15 : 1	0.080
(08A328-2×A18)-2	分离 Isolated	23	22 : 1	15 : 1	0.003
(08A328-3×A07)-1	分离 Isolated	59	54 : 5	15 : 1	0.191
(08A328-3×A07)-2	分离 Isolated	53	49 : 4	15 : 1	0.011

由表 2 可知,F₂ 代除白色、紫色、亮粉色株系花色稳定外,其他株系花色均有不同程度的分离。

F₂ 代的育性全部有分离,自交后代分离比例为 15 : 1,按表型遗传推测,其符合 2 对基因控制的遗传。

2.1.3 回交后代的育性 为了验证矮牵牛的育性是由 2 对基因控制的遗传这一推测,设计回交试验,将 F₂ 代不育株按照花色分为亮粉色、粉色、紫色、白色、红色 5 个色系,在花色遗传稳定的亮粉色、紫色、白色色系中,选择不育株与 F₁ 回交,结果见表 3。

表 3矮牵牛回交后代的育性及花色

Table 3Fertility and color in first backcross generation of *P. hybrida* Vilm.

编号 System No.	花色 Color	可育 : 不育 Fertile : sterile	理论分离比例 Theoretical ratio	χ^2 ($\chi^2_{0.05}=3.841$)
(08A328-1×A01)-1-(1A×(08A328-1×A01))	亮粉 Brilliant pink	25 : 7	3 : 1	0.042
(08A328-1×A01)-1-(2A×(08A328-1×A01))	亮粉 Brilliant pink	28 : 9	3 : 1	0.009
(08A328-1×A01)-1-(3A×(08A328-1×A01))	亮粉 Brilliant pink	30 : 8	3 : 1	0.140
(08A328-1×A01)-1-(4A×(08A328-1×A01))	亮粉 Brilliant pink	21 : 5	3 : 1	0.205
(08A328-1×A01)-2-(1A×(08A328-1×A01))	亮粉 Brilliant pink	18 : 7	3 : 1	0.013
(08A328-1×A01)-2-(2A×(08A328-1×A01))	亮粉 Brilliant pink	23 : 6	3 : 1	0.103
(08A328-1×A327)-1-(1A×(08A328-1×A327))	紫色 Purple	23 : 6	3 : 1	0.103
(08A328-1×A327)-1-(2A×(08A328-1×A327))	紫色 Purple	27 : 9	3 : 1	0.037

续表 3 Continued table 3

编号 System No.	花色 Color	可育：不育 Fertile：sterile	理论分离比例 Theoretical ratio	χ^2 ($\chi^2_{0.05}=3.841$)
(08A328-1×A327)-1-(3A×(08A328-1×A327))	紫色 Purple	18：8	3：1	0.205
(08A328-1×A327)-2-(1A×(08A328-1×A327))	紫色 Purple	20：5	3：1	0.120
(08A328-1×A327)-2-(2A×(08A328-1×A327))	紫色 Purple	28：7	3：1	0.238
(08A328-1×A327)-2-(3A×(08A328-1×A327))	紫色 Purple	19：5	3：1	0.056
(08A328-2×A04)-2-(1A×(08A328-2×A04))	白色 White	13：4	3：1	0.020
(08A328-2×A04)-2-(2A×(08A328-2×A04))	白色 White	16：5	3：1	0.016
(08A328-2×A04)-2-(3A×(08A328-2×A04))	白色 White	18：6	3：1	0.056
(08A328-2×A04)-2-(4A×(08A328-2×A04))	白色 White	15：4	3：1	0.018
(08A328-2×A04)-2-(5A×(08A328-2×A04))	白色 White	26：9	3：1	0.010
(08A328-2×A04)-2-(6A×(08A328-2×A04))	白色 White	22：7	3：1	0.011

由回交试验(表 3)发现,后代育性按 3：1 分离。据此可以认为,当回交亲本细胞核内有 2 对杂合基因时,后代育性分离比例为 3：1。结合表 1 与表 2 可知,矮牵牛雄性不育属于质量性状遗传,为核型不育,不育性由核内 2 对隐性等位基因控制,可育

基因对不育基因完全显性,不育株基因型为 $ms_1ms_1ms_2ms_2$; F_1 代可育株基因型为 $MS_1ms_1MS_2ms_2$, F_1 代父本基因型为 $MS_1MS_1MS_2MS_2$ 。

矮牵牛雄性不育的遗传模式见图 1。

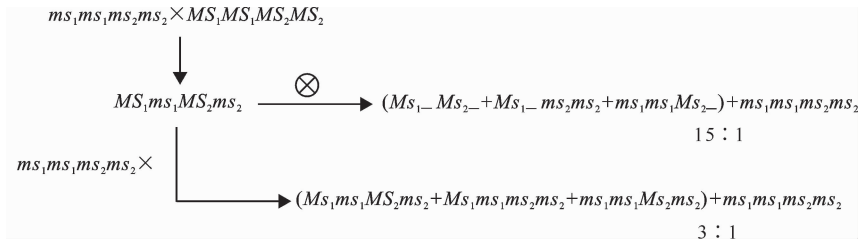


图 1 矮牵牛雄性不育的遗传模式图

Fig. 1 Genetic model of testing the genotype in *P. hybrida* Vilm.

2.2 矮牵牛不育株自交结实率及花粉生活力测定

采用回交试验验证的同时,对矮牵牛雄性不育株进行人工自交结实率试验与花粉生活力测定。鉴定结果(表 4)显示,矮牵牛不育株人工自交结实率为 0,而回交均可结实。说明不育株的雌蕊正常,但雄蕊花药干瘪、微黄,花药打开后无花粉粒或仅有少量花粉

粒附着。染色试验发现,多数不育株花粉不染色,有 2 株产生的花粉虽可染色,但花粉形状不规整,自交不结实。所有正常株花粉自交结实率和染色结果均在 75%以上,可见正常株育性良好;而不育株的整体不育性稳定。经育性鉴定,优选不育性稳定的不育株作为转育不育源进行回交转育研究。

表 4 矮牵牛不育株的自交结实率及花粉生活力

Table 4 Self-fruitful ratio and Pollen viability of the sterile in *P. hybrida* Vilm.

编号 System No.	花色 Color	自交结实率/% Self-fruitful ratio	花粉生活力/% Pollen viability
(08A328-1×A01)-1-1A	亮粉 Brilliant pink	0	0
(08A328-1×A01)-1-2A	亮粉 Brilliant pink	0	0
(08A328-1×A01)-1-3A	亮粉 Brilliant pink	0	0
(08A328-1×A327)-1-1A	紫色 Purple	0	0
(08A328-1×A327)-1-2A	紫色 Purple	0	0
(08A328-2×A07)-1-3A	淡紫 Light purple	0	10
(08A328-2×A04)-2-1A	白色 White	0	0
(08A328-2×A04)-2-2A	白色 White	0	0
(08A328-2×A314)-1-1A	白色 White	0	3
1-25-1-3	亮粉 Brilliant pink	89	98
3-1-1	紫色 Purple	88	96
D1-1-1-1	白色 White	75	81
Ⅲ 3-3-2-2	红色 Red	85	95
B2-1-1-1	粉色 Pink	87	96
11-6-2-2	红色 Red	82	89

2.3 矮牵牛的回交转育

为了改善不育株的花色、花型、花径等经济性状,并稳定其不育性,对矮牵牛雄性不育株进行了回

交转育试验。以矮牵牛白色花为例,其转育效果如表 5 所示。

表 5 矮牵牛白色花的回交转育效果

编 号 System No.	观察总数 Total number	可育株：不育株 Fertile：sterile	育性 Fertility
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)	21	21：0	全可育 Fertile
(08A328-2×A04)-2-(3A×D1-1-1-1)	33	33：0	全可育 Fertile
(08A328-2×A04)-2-(4A×D1-1-1-1)	24	24：0	全可育 Fertile
(08A328-2×A04)-2-(5A×D1-1-1-1)	18	18：0	全可育 Fertile
D1-1-1-1	39	39：0	全可育 Fertile
(08A328-2×A04)-2-(1A×I7-1-1-1)	22	22：0	全可育 Fertile
(08A328-2×A04)-2-(3A×I7-1-1-1)	17	17：0	全可育 Fertile
(08A328-2×A04)-2-(4A×I7-1-1-1)	26	26：0	全可育 Fertile
I7-1-1-1	24	24：0	全可育 Fertile
(08A328-2×A04)-2-(1A×H1-1-2)	34	34：0	全可育 Fertile
(08A328-2×A04)-2-(2A×H1-1-2)	25	25：0	全可育 Fertile
(08A328-2×A04)-2-(3A×H1-1-2)	19	19：0	全可育 Fertile
H1-1-2	38	38：0	全可育 Fertile

表 5 表明,各矮牵牛雄性不育株与不同来源自交系回交后代的育性均保持稳定,且全部可育;转育后代花色更趋均一,分离程度低,花径与花瓣形状随转育的进行更接近轮回父本。

2.4 矮牵牛雄性不育“两用系”的筛选

选择花色稳定的白色、红色、紫色、亮粉色 4 种

色系的矮牵牛,每色系选择 20 株进行自交,结果发现,各经济性状表现优秀且稳定。后代有分离的株系其分离比例为 15：1,以育性分离株系中的不育株为母本、可育株为父本进行系内兄妹交,同时对父本进行自交,以白色大花为例,结果见表 6。

表 6 矮牵牛系内兄妹交后代的育性

编 号 System No.	可育株：不育株 Fertile：sterile	理论分离比例 Theoretical ratio	χ^2 ($\chi^2_{0.05}=3.841$)
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×1)	28：21	1：1	0.735
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×2)	40：15	3：1	0.055
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×3)	69：0	全可育 Fertile	
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×4)	35：0	全可育 Fertile	
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×5)	47：0	全可育 Fertile	
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×6)	39：0	全可育 Fertile	
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×7)	37：10	3：1	0.177
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×8)	21：19	1：1	0.025
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×9)	53：0	全可育 Fertile	
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×10)	62：0	全可育 Fertile	
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×11)	41：15	3：1	0.024
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×12)	67：0	全可育 Fertile	
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×13)	45：18	3：1	0.259
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×14)	32：0	全可育 Fertile	
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×15)	25：16	1：1	1.561
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×16)	57：0	全可育 Fertile	
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×17)	65：0	全可育 Fertile	
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×18)	31：9	3：1	0.033
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×19)	29：21	1：1	0.980
(08A328-2×A04)-2-(2A×D1-1-1-1)-1-(1A×20)	22：14	1：1	1.361

由表 6 可见,兄妹交后代有 3 种分离情况。依据前文结论进行合理推测,可以认为分离比例为 1：1 的核内有 1 对杂合基因,基因型为

$MS_1ms_1ms_2ms_2$ 或 $ms_1ms_1MS_2ms_2$;分离比例为 3：1 的有 2 对杂合基因,基因型为 $MS_1ms_1MS_2ms_2$,全可育的基因型推测为 $MS_1MS_1MS_2-$ 或 MS_1- 。

MS_2MS_2 、 $MS_1MS_1ms_2ms_2$ 或 $ms_1ms_1MS_2MS_2$ 。选出兄妹交比例为 1 : 1 的株系,初步形成不育株率为 50% 的经济性状优良且稳定的雄性不育两用系。

2.5 回交转育模式图的建立

根据上述试验结果,可以分析建立如下转育模式(图 2)。

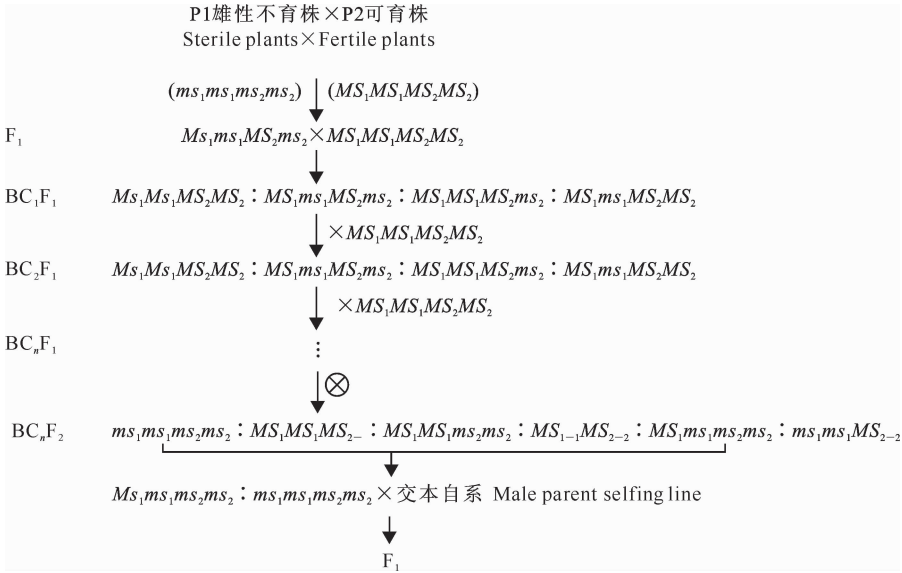


图 2 矮牵牛雄性不育系的转育及利用模式

Fig. 2 Breeding of male sterile lines of *P. hybrida* Vilm.

由上述研究可知,以雄性不育株为母本,以性状优良的可育株为父本进行杂交,得到的 F₁ 代植株自交,在回交后代中保留自交育性分离株系,选择与轮回亲本经济性状相近的植株回交,如此循环,直至回交后代在外形与其他经济性状上与父本一致或几乎一致,此时对其进行自交,将后代产生的不育株与可育株系内交,选择系内交 1 : 1 的育性分离株系,稳定雄性不育“两用系”,选择不育株进行配合力测定,即可筛选到综合经济性状优良的组合用于生产。

3 结 论

1) 矮牵牛雄性不育性为质量性状遗传,由胞核内 2 对隐性等位基因控制,可育基因对不育基因完全显性。雄性不育“两用系”不育株基因型为 $ms_1ms_1ms_2ms_2$,可育株基因型为 $MS_1ms_1ms_2ms_2$ 或 $ms_1ms_1MS_2ms_2$ 。

2) 矮牵牛雄性不育性稳定,经历低温和高温均保持高度不育。对不育株的人工自交和花粉染色试验结果显示,不育株人工自交不结实,无花粉生活力或花粉生活力很低。

3) 根据遗传特点建立了简化的矮牵牛转育模式图,并进行了转育验证,为转育不同类型的矮牵牛雄性不育系奠定了基础。将筛选出的不育性稳定、不育度高的矮牵牛不育株作为母本与不同来源的高

代自交系杂交、回交转育,后代的育性结果完全符合转育模式,证实初步育成了矮牵牛雄性不育“两用系”。

[参考文献]

[1] 代色平,包满珠. 矮牵牛研究进展 [J]. 植物学通报, 2004, 21 (4): 385-391.
Dai S P, Bao M Z. Advances in genetics and breeding of *Petunia hybrida* Vilm. [J]. Chinese Bulletin of Botany, 2004, 21 (4): 385-391. (in Chinese)

[2] 宁国贵,代色平,包满珠,等. 矮牵牛 S4 代 13 个自交系主要性状分析 [J]. 中南林学院学报, 2003, 23 (5): 76-79.
Ning G G, Dai S P, Bao M Z, et al. Analysis of the main characters of 13 self-lines of *Petunia hybrida* in generation S4 [J]. Journal of Central South Forestry University, 2003, 23 (5): 76-79. (in Chinese)

[3] 孙欣欣,沈向群. 矮牵牛闭花瓣型遗传规律初探 [J]. 山东林业科技, 2009, 39 (3): 32-34.
Sun X X, Shen X Q. The inheritance of petals closed flowertype in *Petunia hybrida* Vilm. [J]. Journal of Shandong Forestry Science and Technology, 2009, 39 (3): 32-34. (in Chinese)

[4] 李欣,沈向群. 矮牵牛闭花瓣型性状转育效果评价 [J]. 西北农业学报, 2010, 19 (8): 188-193.
Li X, Shen X Q. The evaluation for the effect of sterile transfer in *Petunia hybrida* Vilm. of petals closed flowertype [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2010, 19 (8): 188-193. (in Chinese)

[5] 沈向群. 大白菜显性核基因雄性不育性的研究与优势利用

[D]. 沈阳:沈阳农业大学,1999.

Shen X Q. Research and utilization of fominant male sterile gene of Chinese cabbage [D]. Shenyang:Shenyang Agricultural University,1999. (in Chinese)

[6] 唐小敏,齐 鸣. 矮牵牛杂交一代优势研究初报 [J]. 浙江农业科学,2001(3):120-124.

Tang X M,Qi M. Researching report on the heterosis in petunia F₁ plants [J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences, 2001(3):120-124. (in Chinese)

[7] 施雪波. 矮牵牛的遗传育种:园林植物遗传育种学 [M]. 北京:中国林业出版社,2000:234-239.

Shi X B. Petunia genetics and breed:Landscape plants genetics and breeding [M]. Beijing:China Forestry Publishing House, 2000:234-239. (in Chinese)

[8] 黄善武. 新培育的矮牵牛一代杂种 [J]. 农牧产品开发,1998(5):3-4.

Huang S W. New F₁ hybrid of petunia [J]. Agriculture Products Development,1998(5):3-4. (in Chinese)

[9] 叶要妹. 百日草雄性不育系的获得及其细胞学观察 [J]. 中国农业科学,2008,41(5):1436-1443.

Ye Y M. Production and their cytological observations of the male sterile lines of *Zinnia elegans* [J]. Scientia Agricultura Sinica,2008,41(5):1436-1443. (in Chinese)

[10] 张 颖,罗凤霞. 矮牵牛花粉生命力测定方法的研究 [J]. 种子,2005,24(8):26-28.

Zhang Y,Luo F X. Studies on determination method of *Petunia's* pollen viability [J]. Seed,2005,24(8):26-28. (in Chinese)

(上接第 202 页)

[25] 李 华. 现代葡萄酒工艺学 [M]. 陕西西安:陕西人民出版社,2000:10-35.

Li H. Modern wine technology [M]. Xi'an,Shaanxi:Shaanxi People's Publishing House,2000:10-35. (in Chinese)

[26] Proestos C,Bakogiannis A,Psarianos C,et al. High performance liquid chromatography analysis of phenolic substances in Greek wines [J]. Food Control,2005,16(4):319-323.

[27] Perez-Magarino S,Gonzalez-San M L. Polyphenols and colour variability of red wines made from grapes harvested at different ripeness grade [J]. Food Chem,2006,96(2):197-208.

[28] Minussi R C,Rossi M,Bologna L,et al. Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines [J]. Food Chem,2003,82(3):409-416.

[29] Cantos E,Garcí V C,Pascual-Teresa S,et al. Effect of post-harvest ultraviolet irradiation on resveratrol and other phenolics of cv. Napoleon table grapes [J]. J Agri Food Chem, 2000,48(10):4606-4612.

[30] Downey M O,Dokoozlian N K,Krstic M P. Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine:A review of recent research [J]. Am J Enol Vitic,2006,57(3):257-268.

[31] Takayoshi Y,Seok T J,Nami G Y,et al. Effects of temperature on anthocyanin biosynthesis in grape berry skins [J]. Am J Enol Vitic,2006,57(1):54-59.

[32] Mateus N,Proenca S,Ribeiro P,et al. Grape and wine polyphenolic composition of red Vitis vinifera varieties concerning vineyard altitude [J]. Cienc Tecnol Aliment,2001,3(2):102-110.

[33] 王晓宇. 葡萄酒抗氧化活性及其检测方法的研究 [D]. 陕西杨凌:西北农林科技大学,2008.

Wang X Y. Study on the antioxidant activity and methods of detection in wine [D]. Yangling,Shaanxi:Northwest A&F University,2008. (in Chinese)