

无髯鸢尾远缘杂交障碍

杨占辉 高亦珂* 史言妍 张启翔

(北京林业大学 园林学院/国家花卉工程技术研究中心,北京 100083)

摘要 为探究无髯鸢尾远缘杂交败育的主要原因是否是受精前障碍,以分属4个系的9个无髯鸢尾种(品种)为试材进行远缘杂交试验,对花粉活力、不同授粉方式对种间杂交结实率的影响以及常规授粉后花粉管行为进行观测,结果表明:常规授粉后,系间杂交组合 *Iris lactea* 'lactea' × *I. sibirica* 'Lichterfeldius' 和2个系内种间组合——*I. sibirica* 'Viel Creme' 和西藏鸢尾正反交组合获得了种间杂种种子;提前授粉可克服马蔺 × 黄芩蒲种间杂交障碍,结实率由0提高到10%;对7个常规授粉未结实组合的花粉管行为进行荧光观察,发现均存在一定程度的花粉管胼胝质反应,但各组合最终均有少量花粉管伸入胚珠。无髯鸢尾种间杂交存在一定的受精前障碍,但不是远缘杂交败育的普遍决定因素,推测其最主要障碍发生在受精后。在以后的鸢尾育种过程中,应更多关注受精后障碍的克服。

关键词 鸢尾; 远缘杂交; 受精前障碍

中图分类号 S 682.1⁺9

文章编号 1007-4333(2013)04-0071-06

文献标志码 A

Crossbreeding barriers of distant hybridization in beardless irises

YANG Zhan-hui, GAO Yi-ke*, SHI Yan-yan, ZHAN Qi-xiang

(Landscape Architecture School, Beijing Forestry University/

China National Engineering Research Center for Floriculture, Beijing 100083, China)

Abstract The aim of this research was to probe whether the main hybrid barrier occurred pro-zygotic in distant hybridization in beardless irises. The cross experiments between 9 species (cultivars) belonging to 4 beardless series were carried out. Among 12 combinations by common pollination, only one combination of *Iris lactea* 'lactea' × *I. sibirica* 'Lichterfeldius' whose parents were from different series, and 2 combinations of the reciprocal crosses between *I. clarkei* and *I. sibirica* 'Viel Creme' whose parents were in the same series obtained hybrid seeds. Advanced pollination, to some extent, could overcome cross obstacle in *I. lactea* var. *chinensis* × *I. pseudacorus* whose seed setting rate was increased to 10%. Through pollen tube behavior observation of 7 combinations without capsules after conventional pollination, we found that callose response within pollen tube was the most general pro-zygotic barriers which existed in all 7 combinations. It was observed that pollen tubes inserted into the ovules in all combinations, which suggested that pro-zygotic barriers was not the deceive reason leading to cross incompatibility the major obstacle was speculated to occurred after fertilization in *Iris*. More attention should be paid to the overcome of post-zygotic barriers rather than the pro-zygotic barriers in *Iris* breeding.

Key words *Iris* L.; distant hybridization; pro-zygotic barriers

鸢尾属(*Iris* L.)植物是具有很高观赏价值的宿根花卉,其中无髯鸢尾是园林中广泛应用类群。目前国内的园艺品种均引自国外,我国虽然拥有丰富的鸢尾种质资源,但由于育种起步较晚,加之种间

杂交障碍普遍存在,严重阻碍了我国鸢尾属育种进程。因此,加快远源杂交障碍的研究并找到克服方法是无髯鸢尾育种亟待解决的问题。

远缘杂交可以创造丰富的变异类型,是培育鸢尾

收稿日期: 2013-01-04

基金项目: 国家林业局 948 引进项目(2013-4-46)

第一作者: 杨占辉, 硕士研究生, E-mail: eleven.977@163.com

通讯作者: 高亦珂, 教授, 主要从事花卉育种与草花混播研究, E-mail: gaoyk@bjfu.edu.cn

新品种的重要手段^[1-2],但其具有明显的不亲和性,常表现为受精前障碍和受精后障碍。据目前报道,鸢尾属植物远缘杂交受精前障碍的表现有花粉不萌发和花粉管横向反折生长等异常行为以及柱头和花粉通道胼胝质反应等^[3-6];而受精后障碍的表现有胚和胚乳败育^[7-8]、染色体差异^[9]以及杂种植株衰亡^[10]。

鸢尾属种间杂交障碍普遍存在,相关研究若能从仅着眼于某2个种之间的杂交组合扩展到同时对多个组合进行研究,进而可在一个更为普遍的层面集中探讨,更有利于明确杂交障碍的主要原因。

本研究选择中国常见的无髯鸢尾栽培类群中较具有代表性的种和品种,并配置多个远源杂交组合来进行系间、种间杂交,通过对花粉活力测定、花粉管行为观察以及不同授粉方式对种间杂交结实率的影响来探讨鸢尾种间杂交存在的主要障碍是否是受精前障碍,旨在为鸢尾杂交不亲和机理的研究及杂交障碍的克服提供理论基础。

1 材料与方 法

1.1 材 料

供试材料属无髯鸢尾亚组的4个不同系:

中国鸢尾系(Series *Chinenses*):马蔺(*I. lactea* var. *chinensis*)、*Iris lactea* ‘*Lactea*’

拟鸢尾系(Series *Spuriae*):喜盐鸢尾(*I. halophila*)

燕子花鸢尾系(Series *Laevigatae*):黄菖蒲(*I. pseudacorus*)

西伯利亚鸢尾系(Series *Sibiricae*):西藏鸢尾(*I. clarkei*)和4个西伯利亚鸢尾品种‘堇四褶’(*I. sibirica* ‘*Fourfold Lavendel*’)、‘南奴舞’(*I. sibirica* ‘*Dancing Nanou*’)、*I. sibirica* ‘*Lichterfeldius*’、*I. sibirica* ‘*Viel Creme*’。

1.2 方 法

1.2.1 花粉活力的测定

采用5 g/L TTC法及萌发法测定花粉活力。25℃条件下光照培养12 h,每处理3次重复,每重复观察3个视野,以花粉管长度超过花粉粒直径作为萌发标准。采用的培养基:蔗糖150 g/L+硼酸150 mg/L+氯化钙10 mg/L。

发芽率=已萌发的花粉粒数目/花粉粒总数×100%。

1.2.2 杂交组合的确定

确定杂交组合时,在确保种间杂交的基础上,综

合考虑双亲在花色、花型、花朵大小以及株高、叶形等性状的互补,最终确定以下组合

系间杂交组合共10个:*I. lactea* ‘*Lactea*’ × ‘*Lichterfeldius*’、‘*Lichterfeldius*’ × *I. lactea* ‘*Lactea*’; 马蔺 × 喜盐鸢尾、喜盐鸢尾 × 马蔺; 马蔺 × 黄菖蒲、黄菖蒲 × 马蔺; ‘南奴舞’ × 喜盐鸢尾、喜盐鸢尾 × ‘南奴舞’; 喜盐鸢尾 × 黄菖蒲、黄菖蒲 × 喜盐鸢尾。

系内种间杂交组合共2个:‘*Viel Creme*’ × 西藏鸢尾; 西藏鸢尾 × ‘*Viel Creme*’。

1.2.3 杂交试验

杂交试验于2012年5月在国家花卉工程技术与研究中心的苗圃进行,所有试验材料均露地栽培。每种方法授粉20朵,40 d后观察不同授粉方式对种间杂交组合结实性的影响。

本试验采用以下5种方法授粉,以常规授粉作为对照。

常规授粉:开花前去母本垂瓣和雄蕊,后新鲜花粉授粉。

切割花柱:花朵即将开放之前,在花柱汇合基部用刀片横切,授粉后立即套袋。

柱头NAA处理:常规授粉之前用1 g/L的NAA涂抹柱头。

提前授粉:花朵开放前一天授予亲本新鲜花粉。

延迟授粉:花朵开放之前去雄蕊和垂瓣,并套袋,花朵开放次日用新鲜花粉授粉。

1.2.4 花粉在柱头上萌发的荧光观察

授粉后2、6、12、24和48 h采集3朵花的花柱和子房,卡诺固定液(乙醇:冰醋酸体积比=3:1)固定3 h,后转移至70%酒精中,4℃冰箱储存备用。水溶性苯胺蓝(苯胺蓝以0.1%的比例溶于0.1 mol/dm³ K₃PO₄)染色后,Nikon荧光显微镜下观察。

2 结果与分析

2.1 花粉活力测定

如表1所示,本试验采用2种方法来测定亲本花粉活力。TTC法结果表明,各亲本花粉活力较高,其中‘黄菖蒲’花粉活力最高,TTC染色率达到96.55%,后依次为‘南奴舞’和西藏鸢尾,*I. lactea* ‘*Lactea*’的花粉活力最低,TTC染色率为81.12%。萌发法所测定花粉活力与TTC染色法结果存在较大差异,其中马蔺花粉活力最高,萌发率达到89.16%,其次依次为喜盐鸢尾和‘*Viel Creme*’,‘南奴舞’的花粉活力最低,萌发率仅为3.46%。对

于马蔺、*I. lactea* ‘Lactea’、喜盐鸢尾, 2 种方法测定的结果符合度较高, 均适合于其花粉活力测定, 而其他亲本花粉的萌发率显著低于 TTC 染色率。

表 1 TTC 法和花粉萌发法测定花粉活力

Table 1 Pollen activities detected by triphenyl tetrazolium chloride(TTC) and pollen germination

亲本 Parent	TTC 染色率 % Dyeing rate	花粉萌发率 % Pollen germination rate
<i>I. lactea</i> var chinensis	87.38±4.83	89.16±8.55
<i>I. lactea</i> ‘Lactea’	81.12±15.13	38.60±17.28
<i>I. clarkei</i>	92.27±2.72	17.61±4.37
<i>I. sibirica</i> ‘Fourfold Lavendel’	88.49±2.17	15.81±6.11
<i>I. sibirica</i> ‘Dancing Nanou’	92.44±5.12	3.46±1.24
<i>I. sibirica</i> ‘Lichterfeldius’	82.70±7.29	0.00±0.00
<i>I. sibirica</i> ‘Viel Creme’	87.76±5.35	4.22±3.72
<i>I. halophila</i>	84.63±9.03	59.90±17.50
<i>I. pseudacorus</i>	96.55±5.97	8.56±4.87

注:测定结果用平均值±标准差形式表示。

Note: The results were expressed in the form of average ± standard deviation.

2.2 无髯鸢尾种间杂交及自交结实性比较

由表 2 可知, 除 ‘Lichterfeldius’ 自交未结实之外, 其余自交组合均获得了较高结实率, 在 45%~90% 之间。在常规方法授粉条件下, 12 个种间杂交组合中有 3 个获得果实; 其中, 西藏鸢尾和 ‘Viel Creme’ 正反交属西伯利亚系内种间杂交组合, 结实率分别为 68% 和 40%, *I. lactea* ‘Lactea’ × ‘Lichterfeldius’ 是中国鸢尾系与西伯利亚鸢尾系系间杂交组合, 结实率为 37.93%; 其余 9 个种间组合均未能结实。

‘Lichterfeldius’ 自交不结实, 作母本与 *I. lactea* ‘Lactea’ 杂交的结实率也为 0, 但作父本与 *Iris lactea* ‘Lactea’ 杂交则可正常结实, 表明 ‘Lichterfeldius’ 的花粉是有活力的, 但其大孢子形成和发育可能存在问题, 导致自交及作母本均不结实。

‘Lichterfeldius’ × *I. lactea* ‘Lactea’ 和 ‘南奴舞’ × 喜盐鸢尾 2 个组合授粉后子房稍微膨大, 但授粉后 6~9 d 内便全部干枯或脱落; 其余 7 个未结实

组合的子房均可在一段时间保持外壁绿色, 有的长达 60 d, 如黄菖蒲 × 马蔺, 但是子房宽度显著小于同时期正常发育的子房(对照组), 剖开子房, 发现内部胚珠未明显发育, 干瘪无光泽。

表 2 无髯鸢尾种间杂交及自交结实率比较

Table 2 Comparison of setting rates between interspecific crossing and self-crossing in beardless irises

母本 Female parent	父本 Pollen parent								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
P1	45		0	0					
P2		75						37.93	
P3	0		50	0			0		
P4	0		0	90					
P5					85				68
P6						70			
P7			0				0		
P8		0						75	
P9					40				55

Note: P1 = *I. lactea* var. chinensis; P2 = *I. lactea* ‘Lactea’; P3 = *I. halophila*; P4 = *I. pseudocorus*; P5 = *I. clarkei*; P6 = *I. sibirica* ‘Fourfold Lavendel’; P7 = *I. sibirica* ‘Dancing Nanou’; P8 = *I. sibirica* ‘Lichterfeldius’; P9 = *I. sibirica* ‘Viel Creme’.

2.3 不同授粉方式对无髯鸢尾种间杂交结实率的影响

对 10 个种间杂交组合均采用了 5 种授粉方法, 其中有 7 个杂交组合, 分别为 ‘Lichterfeldius’ × *I. lactea* ‘Lactea’、喜盐鸢尾 × 马蔺、喜盐鸢尾 × ‘南奴舞’、南奴舞 × 喜盐鸢尾、喜盐鸢尾 × 黄菖蒲、黄菖蒲 × 喜盐鸢尾、黄菖蒲 × 马蔺的所有授粉方式的结实率均为 0, 未能克服其种间杂交障碍。

其余 3 个组合的部分授粉方法最终获得了杂种种子, 但不同授粉方式对不同组合结实率的影响也不同。如表 3 所示, 提前授粉使马蔺 × 黄菖蒲的结实率由 0 提高到 10%, 并获得杂种种子; ‘Viel Creme’ × 西藏鸢尾常规授粉结实良好, 结实率为 40% (表 2), 延迟授粉的方式将结实率提高到 50%, 而提前授粉的结实率则降低 15%; *I. lactea* ‘Lactea’ × ‘Lichterfeldius’ 常规授粉结实性也较好, 结实率为 37.93%, 高于提前授粉的 10% 和延迟授粉的 30% 的结实率; 所有组合采用切割花柱的方法都没有获得果实。因此, ‘Viel Creme’ × 西藏鸢尾适宜的授粉方式是延迟授粉, 多种授粉方式对于

提高 *I. lactea* ‘Lactea’×‘Lichterfeldius’的结实率效果不佳,而提前授粉能够克服马蔺×黄菖蒲的种间杂交障碍,是适宜的授粉方式,切割柱头的方法对于克服鸢尾和种间杂交没有效果。

表3 不同授粉方式对种间杂交结实率的影响

Table 3 Effects of different pollination methods on fruiting interspecific hybridizations in *Iris*

杂交组合 Cross combinations	授粉方式 Pollination methods			
	柱头 NAA 处理 NAA pollination	切割花柱 Cutting pollination	提前授粉 Advance pollination	延迟授粉 Delayed pollination
<i>I. lactea</i> var. <i>chinensis</i> × <i>I. pseudacorus</i>	0	0	10(2,32)	0
<i>I. sibirica</i> ‘Viel Creme’× <i>I. clarkei</i>	0	0	25(5,130)	50(10,523)
<i>I. lactea</i> ‘lactea’×‘Lichterfeldius’	25(5,43)	0	10(2,55)	30(6,129)

注:表中数字为结实率,括弧里数字为结实数,种子数。

Note: The data respectively represent: fruit setting rate (number of fruits, number of seeds).

2.4 花粉在柱头上萌发的荧光观察

授粉后不同时间,花粉在柱头上萌发情况、花粉管在母本花柱中伸长行为和到达位置的观察结果如表4所示。不同组合,花粉在母本柱头上萌发的时间是授粉后2~6 h,大部分组合的花粉在授粉后

2 h就开始萌发,授粉后6 h已经在花柱中伸长了一段距离;授粉后12 h,花粉管继续不断伸长至母本花柱的不同位置,部分组合的花粉管生长较快,到达花柱底部,即将进入子房,如黄菖蒲×喜盐鸢尾;授粉后24 h,在大多数组合母本的子房中都观察到了

表4 授粉后不同时间内花粉萌发和花粉管行为观察

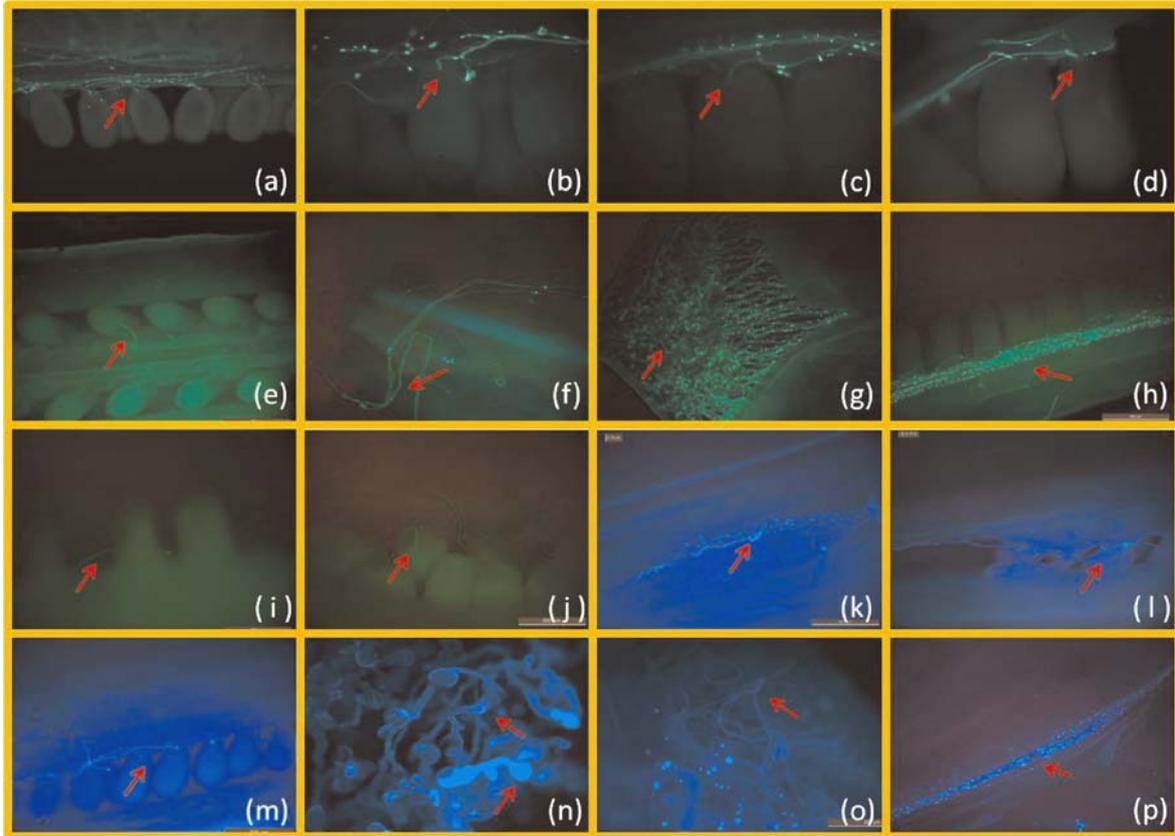
Table 4 Observation of pollen germination and pollen tube behaviors after pollination

父本 Pollen parent	母本 Female parent	授粉后时间/h Time after pollination				
		2	6	12	24	48
<i>I. pseudacorus</i>	<i>I. pseudocorus</i>	花粉萌发	花粉管伸长	花粉管伸长	伸入子房	到达胚珠(图1-(a))
	<i>I. halophila</i>	花粉未萌发	少数萌发,柱头上沉积胼胝质	花粉管伸长	伸入子房	少量伸入胚珠(图1-(c))
<i>I. halophila</i>	<i>I. halophila</i>	花粉大量萌发	花柱4/5处	花柱底部	伸入子房	到达胚珠(图1-(d))
	<i>I. pseudocorus</i>	花粉萌发	花柱1/2处	少量伸长至花柱底部	伸入子房	少量伸入胚珠,花粉管内大量栓塞(图1-(b))
	‘Dancing Nanou’	花粉大量萌发	-	-	伸入子房	伸入胚珠(图1-(j))
‘Lactea’	‘Lactea’	花粉大量萌发	花粉管伸长	花柱底部,未进入子房	伸入子房	到达胚珠(图1-(e))
	‘Lichterfeldius’	花粉未萌发	大量萌发并伸长(图1-(g))	花粉管未伸入花柱	-	伸入子房(图1-(h)),花粉管内大量栓塞
‘Lichterfeldius’	‘Lichterfeldius’	花粉大量萌发	花粉管伸长	花柱道3/4处	伸入子房(图1-(i))	未进入胚珠
	‘Lactea’	花粉萌发,柱头上少量胼胝质	花柱1/3处	花粉管伸长	少量到达花柱底部(图1-(f))	到达胚珠
‘Dancing Nanou’	<i>I. halophila</i>	花粉少量萌发	花粉管伸长	继续伸长	-	到达胚珠(图1-(k))
<i>I. lactea</i> var. <i>chinensis</i>	<i>I. halophila</i>	花粉萌发	花柱1/3处	到达伸长	未伸入子房	伸入胚珠(图1-(l))
	<i>I. pseudocorus</i>	花粉大量萌发	花粉管伸长	花柱1/2处	花柱道底部	伸入胚珠(图1-(m))

有花粉管伸入,但伸入子房的花粉管数量有多有少,如在‘Lichterfeldius’ × *I. lactea* ‘Lactea’ ♂ 子房中就发现大量花粉管(图 1-(h))。授粉后 48 h,在所有组合中都观察到了花粉管伸入胚珠(或子房)的现象,但是花粉管的量都较少。

在试验过程中,发现喜盐鸢尾 × ‘南奴舞’、黄菖蒲 × 喜盐鸢尾等组合表现出一定的受精前障碍,主要表现为花粉管末端膨大(图 1-(n))、花粉在柱头

上缠绕扭曲的异常行为(图 1-(o))、花粉管胼胝质反应(图 1-(p))等,且花粉管胼胝质反应最为普遍,几乎在所有组合中均存在,但一般分布较均匀,对花粉管的伸长影响较小。*I. lactea* ‘Lactea’ × ‘Lichterfeldius’ 常规授粉即结实,但除此之外的 7 个种间杂交组合中,最终都观察到少量花粉管伸入胚珠的现象。这表明柱头和花柱不能相互识别以及花粉管不能正常伸长不是主要的受精前障碍,种间



(a)黄菖蒲⊗,48 h;(b)黄菖蒲♀×喜盐鸢尾♂,48 h;(c)喜盐鸢尾♀×黄菖蒲♂,48 h;(d)喜盐鸢尾⊗,48 h;(e)*I. lactea* ‘Lactea’ ⊗,48 h;(f)*I. lactea* ‘Lactea’ ♀×‘Lichterfeldius’ ♂,6 h;(g)‘Lichterfeldius’ ♀×*I. lactea* ‘Lactea’ ♂,48 h;(h)‘Lichterfeldius’ ♀×*I. lactea* ‘Lactea’ ♂,48 h;(i)‘Lichterfeldius’ ⊗,48 h;(j)‘南奴舞’♀×喜盐鸢尾♂,48 h;(k)喜盐鸢尾♀×‘南奴舞’♂,48 h;(l)喜盐鸢尾♀×马蔺♂,48 h;(m)黄菖蒲♀×马蔺♂,48 h;(n)喜盐鸢尾♀×‘南奴舞’,24 h;(o)喜盐鸢尾♀×‘南奴舞’,2 h;(p)喜盐鸢尾♀×‘南奴舞’,48 h。

(a) *I. pseudacorus* self, 48 h; (b) *I. pseudacorus* ♀ × *I. halophila* ♂, 48 h; (c) *I. halophila* ♀ × *I. pseudacorus* ♂, 48 h; (d) *I. halophila* self, 48 h; (e) *I. lactea* ‘Lactea’ self, 48 h; (f) *I. lactea* ‘Lactea’ ♀ × ‘Lichterfeldius’, 24 h; (g) *I. lactea* ‘Lactea’ ♀ × ‘Lichterfeldius’, 48 h; (h) ‘Lichterfeldius’ ♀ × *I. lactea* ‘Lactea’ ♂, 48 h; (i) ‘Lichterfeldius’ self, 48 h; (j) *I. halophila* ♀ × ‘Dancing Nanou’ ♂, 48 h; (k) ‘Dancing Nanou’ ♀ × *I. Halophila* ♂, 48 h; (l) *I. halophila* ♀ × *I. lactea* var. *chinesis* ♂, 48 h; (m) *I. pseudacorus* ♀ × *I. lactea* ♂, 48 h; (n) *I. halophila* ♀ × ‘Dancing Nanou’ ♂, 24 h; (o) *I. halophila* ♀ × ‘Dancing Nanou’ ♂, 2 h; (p) *I. halophila* ♀ × ‘Dancing Nanou’ ♂, 48 h。

图 1 无髯鸢尾种间杂交及自交常规授粉后花粉管行为观察

Fig. 1 Pollen tube behaviors after pollination of interspecific crossing and self-crossing of beardless *irises*

杂交败育也不是主由受精前障碍导致的。

3 讨论

花粉活力低或花粉不育是受精前障碍的一种表

现^[11],因此在开展远缘杂交之前对亲本的花粉活力进行测定是十分必要的。本试验采用 2 种方法来测定亲本花粉活力,部分亲本的萌发率要显著低于 TTC 染色率。这些亲本中,除‘Lichterfeldius’外,

其余亲本的自交结实率均在70%以上,表明其新鲜花粉活力良好。萌发法测定‘Lichterfeldius’花粉活力为0,但在花粉管行为观察试验中发现‘Lichterfeldius’自交及做父本与*I. lactea*‘Lactea’杂交时均有大量花粉萌发,表明花粉是有活力的,且花粉活力较高。花粉萌发与环境及基因型有关^[1],不同物种花粉萌发所需要的培养液成分可能存在差异。因此,推断上述花粉萌发率低的原因可能是本试验的花粉培养液成分不能很好的满足其萌发所需的条件,只能较好满足部分亲本,如马蔺等。不同基因型亲本适宜的花粉培养液成分仍需进一步筛选。

I. lactea‘Lactea’和‘Lichterfeldius’虽然分属不同无髯鸢尾系,但*I. lactea*‘Lactea’×‘Lichterfeldius’组合具有较好的亲和性,常规授粉即可结实,并获得丰富的饱满种子,表明中国鸢尾系与西伯利亚鸢尾系具有较近的亲缘关系。因此,在以后的鸢尾育种中,可尝试将更多西伯利亚鸢尾系与中国鸢尾系之间的杂交组合,增加获得种间杂交种的机会。

本试验中,提前授粉能在一定程度上克服马蔺×黄芑蒲杂交不亲和,将结实率由0提高到10%,表明马蔺×黄芑蒲的适宜授粉方式为提前授粉,这与毕晓颖对溪荪(*Iris sanguinea*)×马蔺适宜授粉方式的研究结果^[3]一致。蕾期多次授粉可以提高Ogura胞质大白菜与羽衣甘蓝种间杂交结实率^[12],因此,可尝试在马蔺蕾期重复授予黄芑蒲的花粉来进一步加强提前授粉的效果。切割花柱授粉是克服百合远缘杂交的障碍的一种重要方法^[13-14],但切割花柱的方法对克服本研究无髯鸢尾种间杂交障碍没有效果,其原因可能是由于鸢尾属植物的柱头是湿柱头类型,花柱基部细嫩,切除花柱分枝后,保留的花柱基部表面风干萎缩较快,不利于花粉管的萌发^[3]。

本研究共选配了鸢尾属12个远缘杂交组合进行常规授粉,并对10个组合进行了多种授粉的杂交实验,最后对多种授粉方式均未结实的7个组合的花粉管行为进行观察,通过此种层层深入且较多组合集中分析后得出的结果的基础之上,较有力的证明了尽管存在一定程度的受精前障碍,但它不是鸢尾种间杂交不亲和的普遍决定性因素,推测其可能存在的受精后障碍才是导致败育的关键因素。因此,在无髯鸢尾远缘杂交育种的过程中,相对于受精前障碍的克服,应更多的关注受精之后(授粉后2~3 d)蒴果外观形态表现,一旦出现败育或者有败育

迹象,便可及时采取幼胚拯救等措施,以免错失获得种间杂种的机会。

本试验虽成功获得了*I. lactea*‘lactea’×‘Lichterfeldius’、‘Viel Creme’×西藏鸢尾、西藏鸢尾×‘Viel Creme’以及马蔺×黄芑蒲的种间杂种种子,有关种子萌发及后代育性问题有待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] Yabuya T. Chromosome associations and crossability with *Iris ensata* Thunb. in induced amphidiploids of *I laevigata* Fisch×*I ensata*[J]. *Euphytica*, 1991, 55: 85-90
- [2] Yabuya T, Noda T. The characterization of autoallotetraploid hybrids between *Iris ensata* Thunb and *I laevigata* Fisch[J]. *Euphytica*, 1998, 103(3): 325-328
- [3] 毕晓颖, 娄琦, 郑洋. 马蔺与溪荪种间杂交亲和性研究[J]. *园艺学报*, 2011(5): 977-984
- [4] 毕晓颖, 李卉, 娄琦, 等. 野鸢尾和射干属间杂交亲和性及杂种鉴定[J]. *园艺学报*, 2012, 39(5): 931-938
- [5] 娄琦. 鸢尾种间杂交亲和性及胚胎学研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2011
- [6] 柯立明, 杨秀莲. 鸢尾种间杂交不亲和性原因的研究[J]. *林业科技开发*, 2003, 17(1): 21-23
- [7] Yabuya T, Yamagata H. Embryological and cytological studies on seed development after reciprocal crosses between *Iris sanguinea* Hornem and *I laevigata* Fisch[J]. *Japan J Breed*, 1978, 28(3): 211-224
- [8] Yabuya T, Yamagata H. Elucidation of seed failure and breeding of F₁ hybrid in reciprocal crosses between *Iris ensata* Thunb and *I laevigata* Fisch[J]. *Japan J Breed*, 1980, 30(2): 139-150
- [9] Yabuya. Chromosome association and fertility in hybrids of *I laevigata* Fisch and *Iris ensata* Thunb[J]. *Euphytica*, 1984, 33: 369-376
- [10] 黄苏珍, 顾姻, 贺善安. 鸢尾属植物的杂交育种及其同工酶分析[J]. *植物资源与环境*, 1996, 5(4): 38-41
- [11] 胡适宜. 植物胚胎学试验方法(一): 花粉生活力的测定[J]. *植物学通报*, 1993, 10(2): 60-62
- [12] 祝朋芳, 魏毓棠. Ogura胞质大白菜与羽衣甘蓝种间杂交的亲亲和性[J]. *园艺学报*, 2006, 33(5): 1090-1092
- [13] Rhee H K, Kim K S. Interspecific hybridization and polyploidization in lily breeding[J]. *Acta Horticulturae*, 2008, 766: 441-445
- [14] Van Tuyl J M, Straathof T P, Bino R J, et al. Effect of three pollination methods on embryo development and seedset in intra and interspecific crosses between seven *Lilium* species [J]. *Sex Plant Reprod*, 1998(1): 119-123

责任编辑: 王燕华