

李润根. 不同授粉方式对食用百合种间杂交结实的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(21): 140–142.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.21.038

# 不同授粉方式对食用百合种间杂交结实的影响

李润根

(宜春学院生命科学与资源环境学院, 江西宜春 336000)

**摘要:**以龙牙、卷丹、兰州和铁炮百合为研究材料,采用不同开花时期授粉、切割柱头、涂抹花粉培养液和涂抹噻苯隆(TDZ)等授粉方法对百合进行杂交试验。以蒴果结实率、蒴果膨大率、种子有胚率作为判断指标来研究不同杂交配组的亲和性;利用体式显微镜检测杂交亲本花粉的生活力情况。结果表明,龙牙百合和铁炮百合花粉的生活力均较高,其次为兰州百合,卷丹百合花粉的生活力最低,萌发率仅为 5.78%。龙牙×兰州切割花柱授粉可以明显提高蒴果的坐果率,特别是开花当天授粉,蒴果的坐果率达 88.5%,种子有胚率为 0.77%;龙牙×铁炮开花当天常规授粉,蒴果的坐果率达 42.9%,种子有胚率为 10.31%,但切割花柱授粉不能促进其坐果;卷丹×龙牙、卷丹×铁炮采用多种授粉方式均未能使蒴果膨大;兰州×龙牙开花当天常规授粉能使蒴果微膨大,但切割花柱授粉蒴果不能膨大;铁炮×兰州开花当天切割花柱授粉效果较好;卷丹×兰州开花第 1、第 2 天常规授粉均能获得微膨大的蒴果。切割花柱仅对某些杂交组合有效,涂抹花粉培养液、0.2% TDZ 在所有参试杂交组合中均无效;龙牙×兰州、龙牙×铁炮的蒴果长宽比均相对较小,在 2~3 之间。

**关键词:**食用百合;种间杂交;授粉方式;结实性;亲和性

**中图分类号:** S682.2+65.036 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)21-0140-03

国内外学者对百合育种进行了大量的研究工作,研究对象主要集中于观赏百合<sup>[1-6]</sup>。江西省宜春市万载县有 500 多年种植龙牙百合的历史,是我国三大食用百合基地之一,其产品是历代贡品。目前,龙牙百合产品已畅销日本、韩国、西欧等地,在国际国内享有盛誉,市场前景十分广阔。但目前在生产上存在着栽培品种退化、病害发生严重等问题<sup>[7-8]</sup>,亟须培育优良的百合新品种。本试验以食用百合(龙牙、卷丹、兰州百合)和抗病能力强的观赏百合(铁炮百合)为主要研究材料,采用不同的授粉方式进行授粉,对其杂交结实性的相关指标进行研究,为食用百合进行种质资源的创新,选育适合当地食用的百合新品种提供理论依据和方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料选用江西省宜春市万载县白水乡百合基地的龙牙、卷丹、铁炮百合种球,以及购自甘肃省兰州市七里河区西果园镇的兰州百合。于 2013 年 10 月至 2016 年 8 月种植在宜春学院生命科学与资源环境学院农学基地内。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 花粉生活力检测** 选取当天开放的百合花蕾,取适量花药放培养液中培养。花粉生活力测定方法参照年玉欣等的液体培养基法<sup>[9]</sup>,体式显微镜下检测花粉的萌发情况。

**1.2.2 授粉方法** 采用 A1(正常柱头授粉)、A2(切割柱头授粉,在母本花柱基部 0.5~1.0 cm 处割断后,授以新鲜的父

本花粉)<sup>[5-6]</sup>、A3(离体授粉)、A4[涂抹花粉培养液(100 g/L 蔗糖+20 mg/L 硼酸+20~30 mg/L 氯化钙)授粉<sup>[9]</sup>]、A5[涂抹 0.2% 噻苯隆(thidiazuron,简称 TDZ)<sup>[10]</sup>]等方式授粉;并采用 B1(开花当天授粉)、B2(开花第 2 天授粉)、B3(开花第 4 天授粉)等不同时期授粉。开花前 1 天对杂交母本去雄,用锡箔纸包住柱头以防止其他植株花粉干扰。开花当天早晨露水干后 09:00—16:00,在柱头分泌大量黏液时将杂交父本的花粉授于母本花朵的柱头上。授粉后为防止其他花粉的干扰继续用锡箔纸包住母本的柱头。

**1.2.3 花粉储存** 卷丹百合杂交父本(龙牙、铁炮和兰州百合)均为 -20℃ 低温干燥储存<sup>[11]</sup>的花粉,其他均为新鲜花粉生活力良好。

### 1.3 统计方法

蒴果的膨大程度参照李婕等的方法<sup>[12]</sup>并加以改进,分为 C1(蒴果基本不膨大,授粉后成活少于 16 d)、C2(蒴果微膨大,授粉后成活 16~30 d)、C3(蒴果授粉后成活 31~60 d)、C4(蒴果授粉后成活 60 d 以上)等 4 个等级;授粉 15 d 后对杂交所得蒴果膨大情况进行调查,记录各级膨大程度的蒴果数,计算蒴果膨大率;当果皮开始变黄时,采摘果实,果实采收时测量蒴果长、宽、长宽比及每个果实中的有胚种子数。以蒴果膨大率、种子有胚率、蒴果结实率等作为判断杂交亲和性的指标。其中,蒴果膨大率( $S$ ) = 微膨大及以上蒴果总数/授粉花朵数×100%;种子有胚率 = 有胚种子数/所获得种子数×100%;坐果率 = 结实蒴果(为授粉后成活时间大于 30 d 的蒴果)数/杂交花朵数×100%,参照雷家军等的方法<sup>[6]</sup>并稍作改进。

## 2 结果与分析

### 2.1 杂交亲本花粉的生活力

由表 1 可知,龙牙百合和铁炮百合的花粉活力均较高,其

收稿日期:2016-09-02

基金项目:江西省科技计划(农业领域)(编号:20151BBF60050);江西省高等学校重点学科基础研究。

作者简介:李润根(1966—),男,江西新余人,硕士,副教授,主要从事蔬菜栽培技术、育种研究。E-mail:13507058200@163.com。

次为兰州百合,卷丹百合的花粉生活力最低,萌发率仅为 5.78%。龙牙、铁炮、兰州百合均是较好的父本材料。

表 1 不同品种百合亲本花粉的生活力

品种	观察花粉数 (个)	萌发花粉数 (个)	萌发率 (%)
龙牙	227	223	98.24cC
卷丹	329	19	5.78aA
兰州	385	321	83.38bB
铁炮	177	171	96.61cC

注:同列数据后不同大写、小写字母分别表示在 0.01、0.05 水平上差异显著。

2.2 不同授粉方式对杂交蒴果坐果率的影响

采用不同方式对同一杂交组合进行授粉,其蒴果的坐果率差异较大。由表 2 可知,无论是开花当天还是第 4 天授粉,龙牙×兰州切割柱头授粉均可以明显提高蒴果的坐果率,其蒴果的坐果率分别为 88.5%、43.9%;龙牙×铁炮在开花当天常规授粉,其蒴果的坐果率达 42.9%,但切割柱头授粉不能促进其坐果;铁炮×兰州在开花当天切割柱头授粉,其蒴果坐果率达 11.0%;其他杂交组合无论是采用 A1、A2、A3、A4、A5 等方式授粉,还是采用 B1、B2、B3 等不同时期授粉,其坐果率均较低或不坐果。

表 2 不同授粉方式对百合种间杂交坐果率的影响

杂交组合	授粉方式	授粉时间	授粉花数(朵)	坐果数量(个)	坐果率(%)
龙牙×兰州	A1	B1	53	3	5.6
龙牙×铁炮	A1	B1	312	134	42.9
卷丹×兰州	A1	B1	47	0	0.0
卷丹×龙牙	A1	B1	62	0	0.0
卷丹×铁炮	A1	B1	54	0	0.0
兰州×龙牙	A1	B1	139	0	0.0
兰州×铁炮	A1	B1	198	1	0.5
铁炮×龙牙	A1	B1	78	0	0.0
卷丹×龙牙	A5	B1	31	0	0.0
卷丹×龙牙	A4	B1	24	0	0.0
龙牙×兰州	A2	B1	296	262	88.5
龙牙×铁炮	A2	B1	13	0	0.0
卷丹×龙牙	A2	B1	77	0	0.0
兰州×龙牙	A2	B1	25	0	0.0
铁炮×兰州	A2	B1	91	10	11.0
铁炮×龙牙	A2	B1	27	0	0.0
卷丹×龙牙	A2A4	B1	17	0	0.0
卷丹×兰州	A1	B2	25	0	0.0
卷丹×龙牙	A1	B2	17	0	0.0
卷丹×铁炮	A1	B2	22	0	0.0
卷丹×龙牙	A5	B2	14	0	0.0
卷丹×龙牙	A2	B2	15	0	0.0
龙牙×兰州	A2	B3	171	75	43.9
兰州×龙牙	A3	B3	66	0	0.0
龙牙×兰州	A3	B2	37	0	0.0

注:坐果数量为授粉后成活时间大于 30 d 的蒴果数量。

2.3 不同授粉方式对百合种间杂交结实的影响

由表 3 可知,龙牙×兰州在开花当天授粉无论是切割柱头授粉还是常规授粉均能使蒴果膨大,膨大率分别为 88.5%、22.6%,但以切割柱头授粉效果更好,开花第 4 天切

割柱头授粉,其蒴果膨大率达 88.3%;龙牙×铁炮在开花当天常规授粉,其蒴果膨大率达 86.5%,但切割柱头授粉,其蒴果膨大率为 0;铁炮×兰州在开花当天切割柱头授粉效果较好,其蒴果膨大率达 82.4%;卷丹×兰州在开花当天授粉和第 2 天常规授粉均能使蒴果膨大,但试验中发现植株枯萎,蒴果微膨大;卷丹×龙牙在各种接粉方式下均未膨大;卷丹×铁炮无论是在开花当天授粉还是第 2 天常规授粉蒴果均未膨大;兰州×龙牙在开花当天常规授粉蒴果微膨大,但切割柱头授粉蒴果不膨大;铁炮×龙牙在开花当天授粉无论是常规授粉还是切割柱头授粉均能使蒴果微膨大;龙牙×兰州、兰州×龙牙离体授粉均能使子房膨大,但主要是子房壁增厚,种子基本不膨大。切割柱头仅对某些杂交组合有效,涂抹花粉培养液、0.2% TDZ 在所有参试杂交组合中均无效。

2.4 不同百合种间杂交蒴果及种子的性状

由表 4 可知,龙牙×兰州的种子有胚率为 0.77%,龙牙×铁炮的种子有胚率为 10.31%,卷丹×兰州种子有胚率为 0.56%,它们的蒴果长宽比均都相对较小,在 1.5~3.0 之间。对龙牙×兰州授粉后生长 37~70 d 采收的 304 个蒴果的长宽比进行分析,生长天数与蒴果长宽比成负相关,相关方程为  $y = 3.788 - 0.023x$ ,相关系数为  $-0.444$ 。铁炮×龙牙、兰州×龙牙、铁炮×兰州、兰州×铁炮由于果龄较短,仅为 15~40 d,其蒴果长宽比较大,特别是以铁炮为母本的杂交组合,其蒴果长宽比大于 5。

3 结论与讨论

通过切割柱头授粉与直接授粉的方式对杂交结实情况进行比较,结果表明,切割柱头授粉只适合龙牙×兰州和铁炮×兰州,对其他杂交组合的结实效果不明显。龙牙×兰州通过切割柱头授粉,其坐果率、蒴果膨大率均较高,但种子有胚率较低,这是由于百合杂交授粉后,产生的蒴果常常存在假膨大现象,即果实膨大较好却无有胚种子产生或产生数量极少,因此,蒴果的膨大程度不能准确反映杂交亲和性程度,只能作为外观指标加以参考,而种子有胚率能说明问题<sup>[13]</sup>,这与孙晓梅等的结论<sup>[14]</sup>一致。蒴果长宽比与果龄有一定的对应关系,果龄较小时,蒴果长宽比较大,试验中龙牙×兰州的蒴果长宽比比龙牙×铁炮的大,但其种子有胚率较低,这与李婕等的结论<sup>[12]</sup>不相符,蒴果长宽比是否与切柱授粉有关有待进一步研究。

不同时期授粉时,对所有参试组合在开花第 1 天与第 2 天授粉差异不大,但龙牙×兰州在开花第 4 天切柱授粉坐果率较高,是否与其柱头可授性在开花第 4~第 6 天最强(李润根等,待发表)有关,有待进一步研究。

龙牙百合花柱长约 12 cm,兰州百合花柱较短,约为 4 cm,杂交时采用切割柱头授粉可以提高其坐果率。当父本花柱长度小于母本时,父本的花粉管长度不够常常是杂交不成功的关键因素,这种情况下采用切割柱头的授粉方法可以提高杂交的坐果率,这与李婕等的结论<sup>[12]</sup>一致。龙牙×兰州在切割柱头授粉时种子有胚率较低,这与邵杨等的研究结果<sup>[15]</sup>相符,是否因为采用切割柱头授粉致使花粉管在花柱切口及子房中发生不同程度的无向性生长、龙牙×兰州在开花第 4 天常规授粉是否比切割柱头授粉其种子有胚率更高、如

表 3 不同授粉方式对百合种间杂交结实情况的影响

杂交组合	授粉方式	授粉时间	授粉花数 (朵)	蒴果数量(个)					蒴果膨大率 (%)
				C1	C2	C3	C4	微膨大以上蒴果总数	
龙牙×兰州	A1	B1	53	41	9	3	0	12	22.6
龙牙×铁炮	A1	B1	312	42	85	174	11	270	86.5
卷丹×兰州	A1	B1	47	34	13	2	0	15	24.1
卷丹×龙牙	A1	B1	62	62	0	0	0	0	0.0
卷丹×铁炮	A1	B1	54	54	0	0	0	0	0.0
兰州×龙牙	A1	B1	169	164	5	0	0	5	3.0
兰州×铁炮	A1	B1	199	198	0	1	0	1	0.5
铁炮×龙牙	A1	B1	78	64	14	0	0	14	17.9
卷丹×龙牙	A5	B1	31	31	0	0	0	0	0.0
卷丹×龙牙	A4	B1	24	24	0	0	0	0	0.0
龙牙×兰州	A2	B1	296	34	0	170	92	262	88.5
龙牙×铁炮	A2	B1	13	13	0	0	0	0	0.0
卷丹×龙牙	A2	B1	77	77	0	0	0	0	0.0
兰州×龙牙	A2	B1	25	25	0	0	0	0	0.0
铁炮×兰州	A2	B1	91	9	65	10	0	75	82.4
铁炮×龙牙	A2	B1	27	17	10	0	0	10	37.0
卷丹×龙牙	A2A4	B1	17	17	0	0	0	0	0.0
卷丹×兰州	A1	B2	25	19	6	0	0	6	24.0
卷丹×龙牙	A1	B2	17	17	0	0	0	0	0.0
卷丹×铁炮	A1	B2	22	22	0	0	0	0	0.0
卷丹×龙牙	A5	B2	14	14	0	0	0	0	0.0
卷丹×龙牙	A2	B2	15	15	0	0	0	0	0.0
龙牙×兰州	A2	B3	171	20	68	8	75	151	88.3
兰州×龙牙	A3	B3	66	0	24	0	0	24	36.4
龙牙×兰州	A3	B1	17	0	17	0	0	17	100.0

表 4 百合种间杂交蒴果及种子的性状

杂交组合	蒴果长 (cm)	蒴果宽 (cm)	蒴果长 宽比	有胚种 子数(个)	种子有胚 率(%)
龙牙×兰州	5.70±0.84	2.30±0.43	2.52	2.9	0.77
龙牙×铁炮	5.31±0.39	2.29±0.42	2.32	40.1	10.31
铁炮×龙牙	4.98±0.21	0.95±0.12	5.24	—	—
铁炮×兰州	4.85±0.23	0.93±0.11	5.22	18.2	4.80
兰州×龙牙	2.51±0.16	0.68±0.11	3.69	—	—
卷丹×兰州	2.79±0.33	1.04±0.16	2.68	2.0	0.56
兰州×铁炮	2.60±0.00	1.75±0.00	1.49	6.0	1.58

注:“—”表示数字空缺。

何提高其种子有胚率均有待进一步研究。母本为兰州、卷丹、铁炮时,因果实发育时期温度过高造成植株枯死,导致蒴果过早枯萎,未能获得果实,建议通过改进栽培措施提早开花时期,为蒴果创造一个良好的成熟环境。

参考文献:

[1]杨佳明,赵兴华,裴新辉.百合品种间杂交亲和性研究[J].江苏农业科学,2015,43(5):175-177.  
[2]任贵玲,张线线,周树军.亚洲百合与青岛百合杂交及其 FISH 快速鉴定[J].园艺学报,2012,39(3):588-592.  
[3]周桂雪,李克虎,张线线,等.亚洲百合品种倍性、花粉育性及其杂交研究[J].园艺学报,2011,38(4):733-739.  
[4]陈丽静,马爽,张晓光,等.新铁炮百合品种沈香一号的幼胚培

养研究[J].湖北农业科学,2010,49(10):2348-2352.  
[5]徐丽萍,唐道城,何瑞军.不同授粉方式对青海细叶百合与亚洲百合杂交结实研究[J].北方园艺,2009(1):175-177.  
[6]雷家军,贺卫丽,赵艳.不同授粉方式对亚洲百合与东方百合种间杂交结实的影响[J].东北农业大学学报,2014,45(2):29-34.  
[7]潘其辉,朱业斌,丁益清.万载县百合产业现状与发展对策[J].安徽农业科学,2013,41(15):6969-6970.  
[8]邹一平,晏文武,周蓉.食用百合枯萎病综合防治研究[J].安徽农业科学,2005,33(12):2294-2295.  
[9]年玉欣,罗凤霞,张颖,等.测定百合花粉生命力的液体培养基研究[J].园艺学报,2005,32(5):922-925.  
[10]李改丽,张延龙,牛立新.植物生长调节剂 TDZ 对‘索邦’百合果实生长发育的影响[J].园艺学报,2013,40(2):299-306.  
[11]李润根,却志群,刘芳玲,等.万载龙牙百合花粉生活力测定及贮藏方法研究[J].安徽农业科学,2014,42(14):4404,4417.  
[12]李婕,高亦珂,张启翔.有斑百合和亚洲百合杂交亲和性的研究[J].中国农业大学学报 2013,18(2):71-78  
[13]罗建让,牛立新,张延龙,等.百合野生种及品种交配亲和性的研究[J].西北农业学报,2006,15(2):112-116.  
[14]孙晓梅,崔文山,毛洪玉.不同授粉方法对两种亚洲百合杂交结实影响的研究[J].辽宁农业科学,2001(6):9-13.  
[15]邵杨,温韦华,崔金腾,等.东方百合系内杂交授粉技术与胚抢救技术研究[J].西北植物学报,2014,34(6):1119-1124.