

地被菊品种间杂交结籽率的研究

王 涛^{1,2}, 董玉芝¹, 祝朋芳², 王 平³

(1 新疆农业大学 林学与园艺学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2 沈阳农业大学 林学院, 辽宁 沈阳 110161;

3 大洼县林业站, 辽宁 盘锦 124200)

【摘 要】 【目的】探寻提高地被菊结籽率的有效方法,为通过杂交方法培育菊花新品种奠定基础。【方法】以 7 个地被菊无性系品种为材料,采用常规授粉并结合荧光法检测花粉在柱头的萌发情况,研究自交和杂交不同配组方式及不同授粉时间、柱头形状、授粉方法对地被菊结籽率的影响。【结果】不同地被菊品种自交结籽率均为 0;品种间杂交存在障碍,有正、反交结籽率迥异的现象,“Lz08-19”和“Lz08-18”正、反交结籽率差异达到 45.29%;不同时间授粉对结籽率的影响不大,普遍在 2%以内;柱头呈 Y 形时授粉的结籽率普遍高于 I 形和 T 形,最大差异为 7.2%;不同授粉方法中,对克服地被菊杂交障碍效果较好的是蜜蜂授粉,其次是重复授粉、植物激素处理、生理盐水处理。【结论】综合分析花粉在柱头的萌发情况及试验结果后认为,蜜蜂授粉是提高地被菊结籽率的最有效方法。

【关键词】 地被菊;自交;杂交;荧光检测;结籽率

【中图分类号】 S682.1⁺10.36

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2010)012-0203-07

Research on cross-breeding seeding rate of ground-cover chrysanthemum

WANG Tao^{1,2}, DONG Yu-zhi¹, ZHU Peng-fang², WANG Ping³

(1 College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China;

2 College of Forestry, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161, China;

3 Dawa Forestry Station, Panjin, Liaoning 124200, China)

Abstract: 【Objectives】 The research was conducted to explore the effective method for improving the seed set ration of Ground-Cover Chrysanthemum, and lay a foundation for cultivating new varieties for chrysanthemum with hybridization method. 【Method】 Taking Ground-Cover Chrysanthemum as materials, using conventional pollination and fluorescence to detect the pollens germination on stigma, the influence of the seed set ration of Ground-Cover Chrysanthemum, which included different crossing inbreeding methods, different pollination time, different shapes of stigmas for pollination and different methods and honeybee pollination was studied. 【Result】 All of the inbred seed set ratio are zero of different Ground-Cover Chrysanthemum under self-crossing, there are some obstacles in inter-varietal crossing, the seed set rations of cross and reciprocal cross are different, the discrepancy is 45.29% from both “Lz08-19” and “Lz08-18”, is different pollination time has little influence on the rate of seed, which is generally within 2%, the pollinated seed rates of stigma with Y-shaped are generally higher than that of the I-shaped and T-shaped, the maximum difference could reach 7.2%. So the best method to overcome the crossing barrier is honeybee pollination, the next is repeated pollination, plant hormone and saline treatment. 【Conclusion】 Binding as-

* [收稿日期] 2010-03-25

[基金项目] 国家环保总局项目[二-(一)-3-2 号]; 国家科技支撑计划项目(2006BAD01A18)

[作者简介] 王 涛(1983—), 男, 辽宁盘锦人, 在读硕士, 主要从事园林植物遗传育种研究。

[通信作者] 董玉芝(1955—), 女, 新疆乌鲁木齐人, 教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事园林植物遗传育种研究。

祝朋芳(1971—), 女, 辽宁沈阳人, 副教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事园林植物遗传育种研究。

say in pollen germination and test results concluded that honeybee pollination is the most effective way to improve the Ground-Cover Chrysanthemum seed rate .

Key words: ground-cover chrysanthemum; self-cross; cross-breeding; fluorescence; seeding rate

地被菊是 20 世纪 80 年代选育出的一个新菊花种群^[1-2],其抗逆性强、覆盖率高、株型紧凑、花色丰富、花期长,观赏价值极高,因此在园林绿化和美化中具有良好的应用前景^[3],但目前优良的地被菊品种还不多。杂交育种是选育菊花新品种的有效手段之一,绝大部分菊花品种是经人工杂交育成的^[4-6],但由于菊花品种为高度杂合体,普遍存在结籽率低的现象,因此了解其杂交结实特性,对指导菊花杂交育种实践有积极意义。目前对于菊花的研究,主要集中在引种、栽培和组织培养等方面^[7-12],关于如何克服菊花杂交障碍、提高结籽率的相关技术研究,还鲜见系统报道。本试验对地被菊自交和杂交不同配组方式以及不同授粉时间、柱头形状和授粉方法进行了研究,旨在探寻能够克服杂交障碍、提高结籽率的有效方法,为通过杂交方式培育菊花新品种奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材 料

试验材料为 7 个地被菊无性系品种,均由沈阳农业大学菊花种质资源圃提供,其亲本见表 1。

1.2 方 法

试验在 9—11 月进行,自交和杂交均选择晴天上午 09:00—11:00 开的花,采用不去雄、常规授粉。授粉前剪去过长的舌状花,露出雌蕊柱头;授粉后套袋,挂上标签,标明自交或杂交组合的名称及授粉方法、日期。

1.2.1 自 交 开花前套袋,防止蜜蜂传粉。每个花序重复 2 次人工自交授粉,2 次授粉间隔 1 d。

1.2.2 杂 交 1)配组方式。7 个亲本共配制 14 个杂交组合,每个组合重复 3 次,开花前套袋,在可授期按组合进行人工授粉,每个重复授粉 5 个花序,检验不同组合间结籽率的差异显著性。

2)授粉时间。于 08:30 选择刚散粉的花序套袋保存花粉。一部分花粉于 09:00—11:00 授粉,另一部分花粉于 13:00—15:00 授粉。每个组合重复 5 次,每个重复授粉 1 个花序,检验同一组合不同时间段授粉结籽率的差异显著性。

3)柱头形状。分别在柱头呈 I 形、Y 形、T 形时授粉。每个组合重复 5 次,每个重复授粉 1 个花序,

检验同一组合不同柱头形状时授粉结籽率的差异显著性。

4)授粉方法。以“Lz08-18”×“Lz08-19”和“Lz08-19”×“Lz08-18”2 个组合为观测对象,设置 9 种授粉方法处理:①常规授粉:作为对照;②生理盐水处理:在柱头上涂抹 0.5 g/L 生理盐水 1 h 后授粉;③生理盐水处理:在柱头上涂抹 1 g/L 生理盐水 1 h 后授粉;④生理盐水处理:在柱头上涂抹 5 g/L 生理盐水 1 h 后授粉;⑤蔗糖溶液处理:在柱头上涂抹 150 g/L 蔗糖溶液后授粉;⑥植物激素处理:在柱头上涂抹 0.5 g/L 赤霉素(GA₃)1 h 后授粉;⑦植物激素处理:在柱头上涂抹 1 g/L 赤霉素(GA₃)1 h 后授粉;⑧重复授粉:每个花序重复 3 次授粉,每次授粉时间相隔 1 d;⑨蜜蜂授粉:将需要杂交的每个组合单独放在一起并与其他组合隔离开,利用蜜蜂采蜜来进行杂交授粉。本试验采用独立的小花棚隔离每个杂交组合,分别于每天上午 08:30 和 10:30 捕捉蜜蜂放入小花棚中,每次放 30 只蜜蜂。

每个组合每种方法重复 5 次,除蜜蜂授粉每个重复授粉 2 个花序外(随机选取),其余方法每个重复授粉 1 个花序。检验同一组合不同授粉方法间结籽率的差异显著性。

结籽率数据进行反正弦平方根转换后,采用 DPS 软件,Duncan’s 新复极差法检验数据间的差异显著性。结籽率按下式计算:

$$\text{结籽率} = (\text{结籽数} / \text{授粉小花数}) \times 100\%$$

1.2.3 花粉在柱头上萌发情况的观察 “Lz08-18”和“Lz08-19”2 个亲本自交及正反交后 5 h,将柱头摘下放入卡诺固定液中固定 10~15 h,蒸馏水冲洗后放入 4 mol/L NaOH 溶液中,于 60 ℃水浴下解离 1 h,蒸馏水冲洗后用 1 g/L 水溶性苯胺蓝的 20 g/L 磷酸三钾溶液染色 1 h,在载玻片上加 1~2 滴甘油压片,用荧光显微镜观察花粉在柱头上的萌发情况。

2 结果与分析

2.1 地被菊不同品种亲本的自交结籽率

地被菊 7 个品种亲本的自交亲和性见表 1,从表 1 可以看出,7 个亲本自交均未能获得种子,均属于自交不亲和。

表 1 地被菊 7 个品种亲本的自交亲和性

Table 1 Self-compatibility of seven species parents for ground-cover chrysanthemum				
亲本代码 Code of parents	自交花序数 Self-cross inflorescence	小花数 Flower	结籽数 Gained seed	结籽率/% Seed rate
Ck08-9	4	597	0	0
Lz08-8	5	561	0	0
Lz08-18	5	853	0	0
Lz08-19	4	642	0	0
Lz08-43	4	729	0	0
Lz08-58	5	921	0	0
wanfen	3	521	0	0

2.2 地被菊的杂交结籽率

2.2.1 杂交组合方式对结籽率的影响 由表 2 可以看出,在常规授粉条件下,14 个组合均获得了一定量的种子,且各组合的结籽率差异较大。其中“wanfen”×“Lz08-18”的结籽率最低,仅有 0.69%;“Lz08-18”×“Lz08-19”和“Lz08-18”×“wanfen”的结籽率较高,分别达到 49.18%和 45.98%。由此可见,地被菊品种间杂交存在不同程度的杂交障碍。

从表 2 还可以看出,正、反交对于地被菊杂交结籽率也有较大影响。“Lz08-18”×“Lz08-19”和“Lz08-18”×“wanfen”的结籽率分别为 49.18%和 45.98%,远远高于其反交的 4.73%和 0.69%,2 个组合正、反交间结籽率的差异达到了极显著水平。因此,杂交过程中可以通过做父本来克服做母本时的杂交障碍。

表 2 地被菊不同亲本组合的杂交结籽率

Table 2 Seed rate in different parents crossing groups of ground-cover chrysanthemum					
组合序号 Number of ombination	杂交组合 Cross combination	花序数 Inflorescence	小花数 Flower	结籽数 Gained seed	结籽率/% Seed rate
1	Lz08-58×wanfen	15	2 748	389	14.16 dD
2	wanfen×Lz08-58	15	2 601	350	13.46 dD
3	Lz08-19×Lz08-8	15	2 423	27	1.11 gG
4	Lz08-19×Lz08-58	15	2 508	211	8.41 eE
5	Lz08-58×Lz08-19	15	2 736	379	13.85 dD
6	Lz08-58×Lz08-43	15	2 753	205	7.45 feEF
7	Lz08-58×Ck08-9	15	2 720	545	20.04 cC
8	Ck08-9×Lz08-58	15	2 237	192	8.58 eE
9	Lz08-19×Lz08-18	15	2 431	115	4.73 fF
10	Lz08-18×Lz08-19	15	2 564	1 261	49.18 aA
11	wanfen×Ck08-9	15	2 609	269	10.31 eED
12	Lz08-43×wanfen	15	2 757	716	25.97 bB
13	Lz08-18×wanfen	15	2 612	1 201	45.98 aA
14	wanfen×Lz08-18	15	2 611	18	0.69 gG

注:数据后标不同大写字母表示在 1%水平差异显著,标不同小写字母表示在 5%水平差异显著,下同。结籽率方差分析为不同杂交组合间比较。

Notes:Different capital letters stand for not ability 1% levels,different lowercase letters stand for not ability 5% levels,the same to follows.Variance analysis of seed rates were the comparison in different combinations.

2.2.2 授粉时间对结籽率的影响 本试验采取 2 个不同时间段进行授粉,以 09:00—11:00 时间段授粉结果为对照(以下均以此为对照),来比较同一组合杂交结籽率的差异。表 3 结果表明,只有“Lz08-58”×“wanfen”这 1 个组合在 2 个时间段的结籽率差异为 5.29%,达到了极显著水平,其余组合结籽率差异均在 2%以内,未达到显著水平。由此可见,一天内上、下午授粉对大多数地被菊品种结籽率的影响不大。

2.2.3 柱头形状对结籽率的影响 雌蕊柱头生长

一共经历 3 个时期,每个时期柱头都呈现不同的形状,分别为“I 形”(柱头尚未发育完全)、“Y 形”(柱头已经发育完全)、“T 形”(柱头已处于衰老状态)。根据这一形态变化,试验采取在柱头不同形状时授粉,来比较同一组合杂交结籽率的差异。如表 4 所示,除“Lz08-19”×“Lz08-8”(组合 3)和“wanfen”×“Lz08-18”(组合 14)2 个组合因结籽率较低,而导致不同柱头形状时期结籽率差异未达到显著水平以外,其他组合不同柱头形状时授粉的结籽率均有明显差异。I 形与 Y 形、Y 形与 T 形间的结籽率差异

大多达到了显著或极显著水平,其中差异最大的“Lz08-58”×“wanfen”(组合 1)组合,在柱头为 Y 形时授粉的结籽率比 I 形时高 7.2%,其他组合不同时期的结籽率差异也大多在 2%以上。

表 3 授粉时间对地被菊同一杂交组合结籽率的影响

Table 3 Influence of seed rate at the same crossing groups by different pollination time for ground-cover chrysanthemum								
杂交组合 Cross combination	09:00—11:00				13:00—15:00			
	花序数 Inflorescence	小花数 Flower	结籽数 Gained seed	结籽率/% Seed rate	花序数 Inflorescence	小花数 Flower	结籽数 Gained seed	结籽率/% Seed rate
Lz08-58×wanfen	5	916	170	18.56 aA	5	912	121	13.27 bB
wanfen×Lz08-58	5	867	132	15.22 aA	5	878	119	13.55 aA
Lz08-19×Lz08-8	5	803	13	1.62 aA	5	816	10	1.22 aA
Lz08-19×Lz08-58	5	832	89	10.70 aA	5	834	74	8.87 aA
Lz08-58×Lz08-19	5	912	149	16.34 aA	5	921	133	14.44 aA
Lz08-58×Lz08-43	5	924	80	8.66 aA	5	916	71	7.75 aA
Lz08-58×Ck08-9	5	908	202	22.25 aA	5	915	187	20.43 aA
Ck08-9×Lz08-58	5	747	74	9.91 aA	5	742	67	9.02 aA
Lz08-19×Lz08-18	5	804	50	6.22 aA	5	818	37	4.52 aA
Lz08-18×Lz08-19	5	856	442	51.64 aA	5	841	419	49.82 aA
wanfen×Ck08-9	5	873	103	11.80 aA	5	862	92	10.67 aA
Lz08-43×wanfen	5	911	249	27.33 aA	5	923	244	26.44 aA
Lz08-18×wanfen	5	861	411	47.74 aA	5	866	405	46.77 aA
wanfen×Lz08-18	5	869	8	0.92 aA	5	874	8	0.91 aA

注:结籽率方差分析为同一杂交组合在不同授粉时间段的比较。
Note: Variance analysis of seed rates were the comparison in different pollination periods for the same combination.

表 4 柱头形状对地被菊同一杂交组合结籽率的影响

Table 4 Influence of seed rate at the same crossing groups under different stigma shapes for ground-cover chrysanthemum												
组合序号 Serial number	I 形 Shape I				Y 形 Shape Y				T 形 Shape T			
	花序数 Inflorescence	小花数 Flower	结籽数 Gained seed	结籽率/% Seed rate	花序数 Inflorescence	小花数 Flower	结籽数 Gained seed	结籽率/% Seed rate	花序数 Inflorescence	小花数 Flower	结籽数 Gained seed	结籽率/% Seed rate
1	5	907	103	11.36 bB	5	916	170	18.56 aA	5	925	116	12.54 bB
2	5	863	106	12.28 bA	5	867	132	15.22 aA	5	871	112	12.85 bA
3	5	806	6	0.74 aA	5	803	13	1.62 aA	5	814	8	0.98 aA
4	5	829	52	6.27 cB	5	832	89	10.70 aA	5	847	70	8.26 bAB
5	5	907	107	11.80 bB	5	912	149	16.34 aA	5	917	123	13.41 bAB
6	5	921	55	5.97 bB	5	924	80	8.66 aA	5	908	70	7.71 aA
7	5	898	162	18.04 bB	5	908	202	22.25 aA	5	914	181	19.80 bAB
8	5	738	53	7.18 bA	5	747	74	9.91 aA	5	752	65	8.64 abA
9	5	811	32	3.95 bB	5	804	50	6.22 aA	5	816	33	4.04 bB
10	5	842	398	47.27 bA	5	856	442	51.64 aA	5	866	421	48.61 abA
11	5	865	83	9.60 bB	5	873	103	11.80 aA	5	871	83	9.53 bB
12	5	914	229	25.05 bA	5	911	249	27.33 aA	5	932	238	25.54 bA
13	5	879	394	44.82 bA	5	861	411	47.74 aA	5	872	396	45.41 bA
14	5	861	2	0.23 aA	5	869	8	0.92 aA	5	881	8	0.91 aA

注:结籽率方差分析为同一杂交组合在不同柱头形状间的比较。
Note: Variance analysis of seed rates were the comparison under different stigma shapes for the same combination.

由表 4 还可以看出,14 个杂交组合在柱头 3 个时期授粉的结实率从高到低的顺序均为 Y 形、T 形、I 形。据此可以认为,柱头形状为 Y 形时是地被菊的最佳授粉时机。

2.2.4 授粉方法对结籽率的影响 如表 5 所示,以处理①为对照,不同授粉方法对“Lz08-18”×“Lz08-19”及其反交的结籽率影响不同。

2 个杂交组合采用生理盐水处理②、③、④的结籽率分别为 48.29%,44.78%,37.56%和 14.71%,12.27%,9.87%,与对照之间相差 -3.35%, -6.86%, -14.08%和 8.49%,6.05%,3.65%,差异均达到显著水平。处理②、③、④之间的结籽率差异也均达到了显著水平。

2 个杂交组合采用蔗糖溶液处理⑤的结籽率分别为 54.78%和 7.02%,正交时结籽率较对照高 3.14%,达到差异显著水平;反交时结籽率较对照高

0.80%，未达到差异显著水平。

2 个杂交组合采用植物激素处理⑥和⑦的结籽率分别为 49.94%，50.86%和 13.82%，14.98%。正交时处理⑥和⑦的结籽率较对照低 1.7%和 0.78%，未达到显著差异水平；反交时较对照高 7.60%和 8.76%，达到差异极显著水平。2 个组合处理⑥与⑦之间的结籽率差异均未达到显著水平。

2 个杂交组合采用重复授粉处理⑧的结籽率分别为 58.71%和 18.73%，较对照高 7.07%和 12.51%，均达到极显著差异水平。

2 个杂交组合采用蜜蜂授粉处理⑨的结籽率分别为 62.54%和 27.23%，较对照高 10.90%和 21.01%，达到极显著差异水平，并且极显著高于其他处理。

由表 5 还可以看出，对于“Lz08-18”×“Lz08-19”组合而言，蜜蜂授粉对提高结籽率的效果最好，其次是重复授粉、蔗糖溶液处理，而生理盐水和植物激素处理则表现为抑制作用；用生理盐水处理的结籽率，随着盐水质量浓度的增加而降低，且下降幅度较大；植物激素处理虽表现为抑制作用，但结籽率与对照相比差异不大。对于“Lz08-19”×“Lz08-18”组合而言，所有授粉方法处理均表现为促进作用，其中蜜蜂授粉的效果最好，然后依次是重复授粉、植物激素处理、生理盐水处理、蔗糖溶液处理。

表 5 不同授粉方法对“Lz08-18”×“Lz08-19”正反交结籽率的影响

Table 5 Influence of seed rate in different pollination methods for “Lz08-18”×“Lz08-19”											
杂交组合 Cross combination	处理 Treat- ment	花序数 Inflores- cence	小花数 Flower	结籽数 Gained seed	结籽率/% Seed rate	杂交组合 Cross combination	处理 Treat- ment	花序数 Inflores- cence	小花数 Flower	结籽数 Gained seed	结籽率/% Seed rate
Lz08-18× Lz08-19	①	5	856	442	51.64 dCD	Lz08-19× Lz08-18	①	5	804	50	6.22 fF
	②	5	849	410	48.29 eDE		②	5	802	118	14.71 cC
	③	5	853	382	44.78 fE		③	5	814	108	12.27 dD
	④	5	868	326	37.56 gF		④	5	799	79	9.87 eE
	⑤	5	869	476	54.78 cBC		⑤	5	798	56	7.02 fF
	⑥	5	871	443	49.94 deD		⑥	5	803	111	13.82 cdCD
	⑦	5	857	428	50.86 deCD		⑦	5	801	120	14.98 cC
	⑧	5	855	502	58.71 bAB		⑧	5	801	150	18.73 bB
	⑨	10	1706	1067	62.54 aA		⑨	10	1605	437	27.23 aA

注：结籽率方差分析为同一杂交组合在不同授粉方法间的比较。

Notes: Variance analysis of seed rates were the comparison in different pollination methods for the same combination.

2.3 地被菊授粉后花粉在柱头上的萌发情况观察

在光学显微镜下观察柱头发现，除了生理盐水处理的柱头出现萎蔫现象外，其余方法处理的柱头授粉前后没有明显变化。

在荧光显微镜下观察发现，自交的柱头上有大量的胼胝质产生，未见有花粉附着(图 1-A)，这与地

被菊自交结籽率为 0 的试验结果相吻合。在“Lz08-18”×“Lz08-19”组合常规授粉的柱头上，花粉管生长正常，花粉附着量也较大，未见胼胝质产生(图 1-B)；在其反交的柱头上，花粉管虽能正常萌发，但花粉附着量明显少于正交，有胼胝质产生(图 1-C)。这也说明以“Lz08-19”为母本杂交时存在杂交障碍。

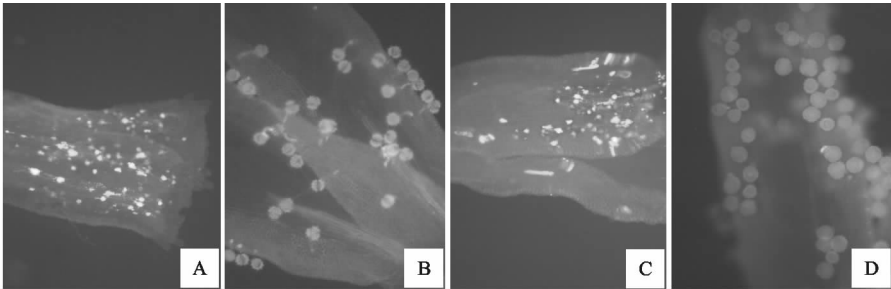


图 1 地被菊自交与杂交授粉后花粉在柱头上的萌发情况观察结果

A. 自交柱头上产生的胼胝质;B. 杂交柱头上花粉管正常生长;C. 杂交柱头上产生的胼胝质;D. 蜜蜂授粉的柱头

Fig.1 Calloses dpositing and pollen tubes growth after self-cross and cross of ground-cover chrysanthemum

A. Induced calloses on the self-cross stigma;B. Pollen tubes grow normally on the cross stigma;

C. Induced calloses on the cross stigma;D. Stigma with pollination by bees

不同授粉方法对花粉在柱头上萌发的影响效果 不同。用生理盐水处理后，“Lz08-18”×“Lz08-19”

组合柱头上的花粉附着量,随着生理盐水质量浓度的增加而减少;反交时,柱头上的花粉附着量与常规授粉相比略有增加,盐水质量浓度对花粉附着量的影响不大,但胼胝质产生明显减少。用蔗糖溶液处理后,“Lz08-18”×“Lz08-19”组合柱头上的花粉附着量有所增加,且花粉管生长势更强;反交时,柱头上花粉萌发情况与常规授粉基本相同。植物激素处理对“Lz08-18”与“Lz08-19”正、反交柱头上花粉萌发的影响与生理盐水处理相似,只是处理质量浓度变化对花粉管萌发的影响幅度没有生理盐水处理明显。“Lz08-18”与“Lz08-19”正、反交采用重复授粉方法后,柱头上的花粉附着量均有大幅度增加。采取蜜蜂授粉方法后,柱头上的花粉附着量更多,并且花粉粒分布更加均匀(图 1-D)。

3 讨 论

对自交不亲和性研究的相关报道认为,S 糖蛋白是雌蕊与花粉识别所必需的,在柱头或花柱内分解的花粉管 RNA,抑制花粉管继续正常伸长而导致自交不亲和^[13-14]。本试验结合自交试验和荧光显微镜观察结果认为,地被菊自交不亲和的反应部位存在于柱头,花粉在柱头产生大量的胼胝质而导致花粉管难以生长,从而不能进入柱头完成受精,这与李辛雷等^[15]的试验结果一致。关于地被菊自交不亲和的具体原因及如何克服自交不亲和的方法,还有待于进一步研究和探讨。

王涛等^[16]对地被菊花粉生活力及贮藏力的试验结果表明,在常温条件下,地被菊花粉活力下降很快,一天内可以下降 14 个百分点;不同时间授粉的试验结果表明,一天之内花粉活力下降对地被菊结籽率的影响并不大。

本试验结合杂交试验和荧光显微镜观察结果认为,地被菊品种间存在杂交障碍。正交时杂交结籽情况良好,而反交时杂交结籽率很低,这与南汝斌等^[17]的试验结果一致。南汝斌等^[17]认为,这种正、反交结实率迥异的现象,除雌、雄蕊间不相适应外,在遗传机制上可能是由细胞核和细胞质基因共同控制的,并且细胞质可能占有主导作用。

不同授粉方法中,蔗糖溶液处理提高了“Lz08-18”×“Lz08-19”组合的结籽率,而对“Lz08-19”×“Lz08-18”组合的影响不大,其原因可能是蔗糖只能促进花粉的萌发,而不能克服杂交障碍;相同质量浓度的生理盐水对“Lz08-18”×“Lz08-19”组合的结籽率表现为抑制,对“Lz08-19”×“Lz08-18”组合的结

籽率表现为促进,其原因可能与雌蕊的亲合性有关。NaCl 在一定程度上破坏了柱头表面的细胞,也因此破坏了柱头抑制物质的生成,对于没有杂交障碍的组合而言,柱头表面细胞的破坏无疑会降低其结籽率;而对于存在杂交障碍的组合而言,柱头表面细胞的破坏也在一定程度上影响了柱头抑制物的产生,从而达到了克服杂交障碍的作用。

植物激素处理对“Lz08-18”×“Lz08-19”组合结籽率的影响不大,但是反交时对提高结籽率有较好的效果。李辛雷等^[15]用 50 mg/L 赤霉素涂抹柱头,提高了菊花品种“黄荷”和“红菱”正、反交的亲合指数,这说明赤霉素对提高亲和性和结籽率有促进作用,但更适宜的赤霉素质量浓度还需要进一步研究。

重复授粉和蜜蜂授粉对提高地被菊杂交结籽率的效果较好。通过荧光法观察重复授粉和蜜蜂授粉的柱头可以发现一个共同的特点,即花粉附着量比较大(蜜蜂授粉的花粉附着量更大)。其实蜜蜂授粉可以看成是更多次的重复授粉,这表明重复授粉的次数越多,效果就越好。利用蜜蜂授粉不但可以减少很多工作量,解放更多的人力,而且比人工涂抹花粉更加均匀、细致。

4 结 论

不同授粉方法中,以蜜蜂授粉的结籽率最高;通过荧光法检测花粉在柱头上的萌发情况发现,蜜蜂授粉后的柱头上,花粉附着量也最多。据此可以认为,蜜蜂授粉是提高地被菊结籽率的最有效方法。

〔参考文献〕

- [1] 王彭伟,陈俊愉.地被菊新品种选育研究[J].园艺学报,1990,17(3):223-228.
Wang P W,Chen J Y. Studies on breeding ground-cover chrysanthemum new cultivars [J]. Acta Horticulturae Sinica,1990,17(3):223-228. (in Chinese)
- [2] Chen J Y,Wang S P,Wang X C,et al. Thirty years studies on breeding ground-cover chrysanthemum new cultivars [J]. Acta Horticulturae,1995,404:30-34.
- [3] 于忠香.矮生地被菊开发孕黄金商机[J].北方园艺,2004(1):40.
Yu Z X. Exploiture of dwarf ground-cover chrysanthemum will bring market chance [J]. North Horticulture,2004(1):40. (in Chinese)
- [4] 郝洪波,李明哲.小菊育种研究现状及趋势[J].河北农业科学,2007,11(4):21-24.
Hao H B,Li M Z. Recent advances and research focus on breeding of chrysanthemum with small inflorescences [J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences,2007,11(4):21-24. (in Chinese)

- Chinese)
- [5] 陈发棣,房伟民,赵宏波,等. 菊花新品种——夏花型盆栽小菊系列 [J]. 园艺学报,2005,32(3):567.
Chen F D, Fang W M, Zhao H B, et al. New varieties of chrysanthemum——Potted varieties with small inflorescences blooming in summer [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2005, 32 (3):567. (in Chinese)
- [6] 卢 钰,刘 军,丰 震,等. 菊花育种研究现状及今后的研究方向 [J]. 山东农业大学学报,2004,35(1):145-149.
Lu Y, Liu J, Feng Z, et al. Recent advances and research focus on chrysanthemum breeding [J]. Journal of Shandong Agricultural University, 2004, 35(1):145-149. (in Chinese)
- [7] 刘晓东,张敦方,盛 力,等. 地被菊引种栽培试验 [J]. 东北林业大学学报,1993(4):25-31.
Liu X D, Zhang X F, Sheng L, et al. A cultivation experiment on the introduction of the ground-cover chrysanthemum group [J]. Journal of Northeast Forestry University, 1993(4):25-31. (in Chinese)
- [8] 毛洪玉,李晓辉,刘志刚,等. 地被菊幼嫩花瓣组织培养研究 [J]. 沈阳农业大学学报,2005(1):68-71.
Mao H Y, Li X H, Liu Z G, et al. Studies on tissue culture of ground-cover chrysanthemum group's flowering organ [J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2005(1):68-71. (in Chinese)
- [9] 张瑞麟,范 敏. 地被菊的组织培养及快速繁殖 [J]. 植物生理学通讯,2001(6):531.
Zhang R L, Fan M. Tissue culture and rapid propagation of dendranthema grandiflorum [J]. Plant Physiology Communications, 2001(6):531. (in Chinese)
- [10] 毛洪玉,金会军,崔文山. 地被菊杂交结实的研究 [J]. 辽宁林业科技,2006(1):15-16.
Mao H Y, Jin H J, Cui W S. Seed-bearing of hybridized ground-cover chrysanthemum group [J]. Liaoning Forestry Science and Technology, 2006(1):15-16. (in Chinese)
- [11] 毛洪玉,祝朋芳,董胜君. 地被菊的引种栽培试验 [J]. 辽宁农业科学,2004(5):16-18.
Mao H Y, Zhu P F, Dong S J. Introduction and cultivation experiment of ground-cover chrysanthemum variety [J]. Liaoning Agricultural Sciences, 2004(5):16-18. (in Chinese)
- [12] 刘宏伟,张 宏,马振芳,等. 地被菊快速繁殖 [J]. 东北林业大学学报,1995(6):31-35.
Liu H W, Zhang H, Ma Z F, et al. Fast breeding of ground-cover chrysanthemum [J]. Journal of Northeast Forestry University, 1995(6):31-35. (in Chinese)
- [13] Silva N F, Stone S L, Christie L N, et al. Expression of the S receptor kinase in self-compatible *Brassica napus* cv. Westar leads to the allele-specific rejection of self-incompatible *Brassica napus* pollen [J]. Mol Genet Genomics, 2001, 265:552-559.
- [14] Meclure B A, Gray J E, Anderson M A. Self-incompatible in *Nicotiana glauca* involves degradation of pollen rRNA [J]. Nature, 1990, 347:757-760.
- [15] 李辛雷,陈发棣. 菊花自交不亲和性初步研究 [J]. 武汉植物学研究,2007,25(6):591-595.
Li X L, Chen F D. Self-incompatibility in *Dendranthema morifolium* [J]. Journal of Wuhan Botanical Research, 2007, 25(6):591-595. (in Chinese)
- [16] 王 涛,祝朋芳,董玉芝. 地被菊花粉生活力及贮藏力的研究 [J]. 辽宁林业科技,2010(1):8-11.
Wang T, Zhu P F, Dong Y Z. Pollen vitality and storage capacity of small Chrysanthemum [J]. Liaoning Forestry Science and Technology, 2010(1):8-11. (in Chinese)
- [17] 南汝斌,孙自然. 菊花杂交不结实原因的研究 [J]. 园艺学报,1991,18(4):357-361.
Nan R B, Sun Z R. Studies on the cross infertility between different species of *Dendranthema* Des Moul [J]. Acta Horticulturae Sinica, 1991, 18(4):357-361. (in Chinese)