

西藏光核桃资源花粉粒的进化研究

崔永宁¹,张姗姗¹,王力荣²,赵凡¹,格桑平措¹,王新卫²,曾秀丽^{1*}

(1.西藏自治区农牧科学院蔬菜研究所/农业部青藏高原果树科学观测实验站,西藏拉萨 850032;2.中国农业科学院郑州果树研究所,河南郑州 450009)

摘要:分析光核桃花粉粒形态变化特征,揭示其种质资源内部花粉进化规律。对西藏47份光核桃种质资源的花粉粒进行电镜扫描观察结果发现,有10个材料的光核桃花粉粒外壁形态呈椭圆球形,外壁纹饰呈简单的直纹平行型,穿孔较少或没有,这些材料最为原始;有9个材料的花粉粒外部形态特征条纹复杂,纹孔较多且密,与较为原始材料比较属于进化类型;其他材料则介于两类之间。光核桃资源不是都处于原始阶段,其内部发生了进化,不同类型的资源为光核桃新品种选育和研究提供了丰富的材料。

关键词:光核桃;电镜扫描;花粉形态;进化

中图分类号:S664.1

文献标志码:A

Study on the Pollen Variation and Evolution of *Prunus mira* Koehne Germplasm Resources in Tibet

CUI Yongning¹,ZHANG Shanshan¹,WANG Lirong²,ZHAO Fan¹,Gesangpingcuo¹,WANG Xinwei²,ZENG Xiuli^{1*}

(1.Institute of Vegetable, Tibetan Autonomous Region Academy of Agricultural and Pastoral Sciences/Scientific observation and experiment station of fruit trees on Qinghai-tibet plateau, Ministry of Agriculture, Tibet Lhasa 850032, China; 2.Zhengzhou Fruit Tree Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Henan Zhengzhou 450009, China)

Abstract: This paper analyze the morphological changes of *Prunus mira* Koehne pollen grains and revealed the evolutionary patterns of pollen within their germplasm resources. Pollen grains of 47 accessions of *Juglans glabra* in Xizang were observed by scanning electron microscope. The outer wall morphology of the *Prunus mira* Koehne pollen grains with 10 materials were elliptical spherical, and the outer wall decoration were simple straight parallel pattern with few or no perforations. These materials were the most primitive. The external morphological characteristics of pollen grains in 9 materials were characterized by complex stripes, numerous and dense pores, which belong to the evolutionary type compared to more primitive materials. While other materials were between the two categories. Not all *Prunus mira* Koehne resources were in the primitive stage, but have undergone internal evolution. Different types of resources provided abundant materials for the breeding and research of new *Prunus mira* Koehne varieties.

Key Words: *Prunus mira* koehne; scanning electron microscopy (SEM); pollen morphology; evolution

光核桃(*Prunus mira* Koehne Kov et. Kpst)又名西藏桃,属蔷薇科(Rosaceae)、李属(*Prunus* L.)、桃亚属(*Amygdalus*),落叶乔木,是西藏分布最广的野生果树种质资源之一^[1-2]。光核桃具有适应性强、抗病、耐寒、耐旱、结果力强等优良特性,是极宝贵的资源,具有较高的经济利用价值^[3-6]。花粉形态是在进化上属于较为保守的性状,可作为鉴定种或材料的重要依据之一。研究花粉的特征可以为材

料起源、演化及种间亲缘关系提供孢粉学证据,为新材料选育提供一定的参考,众多学者如过国南等^[7]、汪祖华等^[8]都对其进行了研究。由于地理环境的限制对光核桃所进行的系统研究较少。邢春^[9]利用分子标记法对西藏不同地理位置生长的野生光核桃以及郑州和哈尔滨的几种桃种质进行了遗传多样性的研究,研究结果表明,地理位置与遗传关系没有明显的相关性。谭江平等^[10]利用SRAP标记对来自西藏境内的4个光核桃自然居群的遗传多样性和群体遗传结构进行了分析和评价,结果表明光核桃遗传多样性水平较高,居群间遗传分化较小,居群间的基因交流程度较高。曾秀丽^[11]通过电镜扫描观测了5个西藏野生光核桃的花粉形态,其中4个花瓣变异材料的花粉具有明显的形态多样性,5个材料的花粉纹饰都具有原始性,并

收稿日期:2024-06-19

基金项目:“果树新品种引进选育与高效技术研究示范”项目(藏科发[2017]72号);农业部公益性行业(农业)科研专项(201303093)。

作者简介:崔永宁(1991-),男,硕士,研究实习员,主要从事西藏果树花卉研究,E-mail:781620037@qq.com;*为通信作者,曾秀丽(1971-),女,博士,研究员,主要从事西藏经济林资源、育种与生产示范,E-mail:zengxiuli@taas.org。

发现西藏光核桃有约 1/4 的花为雄性不育,花瓣、花药、花粉的颜色与高原的环境高度适应。李静^[12]的研究表明,光核桃之间有一定程度的基因流动,可以作为桃育种的基础材料加以应用。但是,以往对西藏光核桃花粉粒的研究多是局部材料的研究。本研究通过多年的野外调查,根据园艺性状较全面地对西藏光核桃的花粉进行了取样,对花粉粒进行电镜扫描,分析其形态变化,探讨光核桃种质资源的进化关系,旨在为桃育种和研究提供材料。

1 材料与方法

1.1 材料

试验材料为西藏野生光核桃花粉。采样地点为西藏自治区拉萨市、林芝市和昌都市。选取了 47 个具有代表性的野生半野生光核桃的花粉,分别用代码 8、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、22、23、24、25、26、27、28、29、31、32、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、45、46、47、48、49、50、51、52、53、54、55、56、107、175、3175 标示。分别于 2010—2017 年 3—4 月光核桃花期进调查、取样和拍照,用 GPS 记录了相关轨迹、测定了经纬度和海

拔高度等指标。根据果实、花的特征选取其中典型的 47 个花粉材料进行电镜扫描观测。

1.2 方法

参考曾秀丽等^[13]的方法:从野外即将开放的花蕾上取下花药,收集干燥散开的花粉,密封贮于硅胶中于 4℃保存并送至四川农业大学电镜室观测。2015—2017 年进行常规扫描电镜制样,喷金镀膜后,在 AMRAY-1000B 扫描电镜下观察。观察时选取有代表性的视野,分别在 500×、1 800×、2 000×、5 000×下观察群体、个体形态、极面观和局部的纹饰,并显微照相。随机选取 20 粒花粉分别测量花粉极轴大小、花粉赤道大小、萌发沟长、萌发沟宽、脊宽、条洼宽、条纹宽和纹孔密度,计算平均值。同时统计 100 粒花粉,调查花粉的畸形率,SPSS 统计 47 个供试样品的形态特征。

2 结果与分析

2.1 光核桃花粉粒的形状特征

由表 1 可知,在光核桃 47 个材料间花粉粒极轴最长的为 43 号、长达 70.81 μm,最短的为 20 号、35.10 μm,二者差异极显著;其中低于 40 μm 的材料

表 1 光核桃的花粉粒大小和形态形状比较 μm

编号	极轴	赤道	洼宽	极面宽	萌发沟宽	条纹宽	萌发沟长
8	55.55±3.13	31.08±1.43	0.24±0.08		1.10±0.54	0.42±0.13	49.29±3.94
10	53.90±4.72	29.45±4.97	0.26±0.10		0.70±0.37	0.34±0.10	48.12±4.93
11	58.81±4.68	30.85±2.27	0.26±0.14	7.98±1.65	0.55±0.30	0.26±0.05	51.49±5.20
12	51.59±7.43	30.57±1.62	0.21±0.06	—	0.93±0.56	0.28±0.09	45.33±6.85
13	60.75±4.97	32.39±2.82	0.19±0.06	—	0.67±0.35	0.29±0.10	53.63±4.52
14	55.81±6.94	33.87±6.75	0.23±0.07	11.61±1.54	1.31±0.64	0.44±0.13	46.86±6.43
15	54.53±4.63	31.68±1.53	0.22±0.06	11.05± 2.95	0.95±0.52	0.33±0.08	45.16±5.11
16	58.84±6.20	52.24±1.25	0.39±0.12	12.82±1.87	0.69±0.53	0.39±0.12	52.24±6.75
17	58.28±5.21	31.15±1.29	0.21±0.06	12.20±1.33	0.81±0.40	0.3±0.07	50.19±5.57
18	58.22±7.61	32.94±1.94	0.28±0.11	7.74±1.39	1.86±0.67	0.38±0.12	50.53±8.49
19	61.50±5.33	33.87±3.41	0.31±0.14	7.70±1.26	1.35±0.74	0.39±0.15	52.80±5.30
20	35.10±2.88	45.71±1.52	0.21±0.07	—	—	0.59±0.19	30.78±7.33
22	60.74±5.23	29.67±1.67	0.22±0.07	8.42±1.32	0.59±0.26	0.35±0.09	53.27±4.99
23	60.76±4.40	29.75±2.23	0.33±0.12	10.32±2.17	0.54±0.28	0.39±0.10	52.60±4.43
24	61.13±3.91	32.55±1.55	0.23±0.04	8.00±1.12	0.73±0.45	0.3±0.09	52.69±4.22
25	61.06±4.19	33.26±1.85	0.36±0.14	11.84±1.86	0.88±0.47	0.63±0.22	52.92±4.49
26	61.90±4.63	33.47±2.44	0.21±0.08	9.48±1.40	0.93±0.37	0.28±0.09	53.92±4.42
27	61.28±4.90	33.05±2.63	0.24±0.10	8.59±1.55	0.71±0.42	0.31±0.09	54.24±4.39
28	61.71±4.24	31.94±1.99	0.23±0.09	8.93±1.23	0.71±0.36	0.37±0.10	53.50±4.12
29	66.73±2.80	32.07±1.79	3.16±0.93	9.44±1.48	0.80±0.35	0.34±0.13	59.59±2.81
31	56.17±2.92	32.33±1.53	0.32±0.15	11.01±2.31	0.56±0.36	0.38±0.07	48.39±2.93
32	65.74±2.07	32.01±2.38	0.20±0.05	10.54±2.31	0.80±0.38	0.38±0.09	58.65±2.42
34	67.79±2.18	32.91±2.18	0.33±0.15	12.19±2.46	0.57±0.28	0.43±0.14	60.16±2.84

续表

编号	极轴	赤轴	洼宽	极面宽	萌发沟宽	条纹宽	萌发沟长
35	69.35±2.59	33.61±2.25	0.18±0.06	9.96±1.18	0.74±0.49	0.35±0.13	62.56±2.80
36	65.81±5.46	33.47±3.05	0.22±0.09	12.90±1.96	0.86±0.55	0.33±0.07	58.94±6.03
37	58.97±2.40	32.12±1.52	0.30±0.12	9.05±1.60	0.70±0.40	0.39±0.11	51.41±2.62
38	59.73±4.49	30.86±1.52	0.28±0.13	8.40±1.29	0.55±0.25	0.33±0.11	51.89±4.55
39	59.51±1.90	33.29±3.44	0.27±0.10	10.48±1.10	0.64±0.37	0.35±0.11	51.77±2.15
40	62.18±6.78	35.38±1.91	0.31±0.12	—	0.52±0.35	0.38±0.11	55.09±7.24
41	64.66±2.94	32.83±2.27	0.36±0.17	13.42±1.81	0.64±0.29	0.41±0.14	56.57±3.40
42	63.79±2.74	31.28±2.58	0.36±0.13	13.50±2.91	0.57±0.15	0.46±0.02	55.98±4.09
43	70.81±2.79	34.68±2.25	0.26±0.12	15.22±3.18	0.81±0.47	0.25±0.07	61.66±2.80
45	52.26±3.43	32.15±2.47	0.33±0.10	—	2.56±0.14	0.38±0.09	44.62±2.99
46	59.51±4.81	35.55±2.25	0.27±0.12	—	2.73±0.96	0.49±0.40	50.56±5.34
47	69.41±2.41	34.64±2.47	0.45±0.13	12.56±2.58	0.56±0.13	0.42±0.09	60.10±4.87
48	55.22±4.07	33.14±3.27	0.25±0.16	12.67±2.54	1.42±0.86	0.34±0.11	46.12±4.48
49	54.83±3.34	34.05±2.31	0.19±0.09	9.62±2.07	1.21±0.45	0.31±0.08	46.48±3.42
50	53.97±4.08	33.82±2.95	0.31±0.15	8.87±1.88	1.26±0.74	0.3±0.15	46.62±4.88
51	58.52±2.21	31.62±1.78	0.48±0.20	—	0.92±0.31	0.52±0.20	50.53±3.52
52	51.95±3.09	33.04±2.83	0.31±0.10	10.13±3.23	1.30±0.46	0.47±0.11	44.73±2.46
53	59.42±4.53	32.25±3.51	0.22±0.07	8.35±2.29	1.04±0.31	0.25±0.08	49.82±4.11
54	55.88±4.99	31.26±2.38	0.28±0.15	10.11±2.48	0.82±0.61	0.34±0.11	45.78±7.18
55	58.89±3.63	30.30±1.67	0.40±0.15	10.68±2.28	0.06±0.03	0.46±0.11	49.44±4.18
56	56.59±5.92	29.30±2.44	0.00	12.28±2.78	1.27±0.49		48.19±5.58
107	63.91±3.50	33.71±1.59	11.45±4.29	13.72±1.85	0.86±0.35	11.45±3.91	55.68±4.20
175	65.22±4.44	34.64±2.70	0.55±0.20	14.24±1.30	0.80±0.39	0.56±0.20	56.90±4.61
3175	65.51±1.80	39.54±2.19	0.34±0.12	13.81±2.68	0.59±0.21	0.44±0.16	56.44±2.86

注：“—”为缺失。

只有20号,低于60 μm而高于50 μm的材料有24个,差异在0.22~8.14 μm之间;而高于60 μm的有22个材料,差异在1.40~10.07 μm之间。花粉粒赤轴最长的为16号、52.24 μm,其极显著高于最短材料56号的29.30 μm;高于40 μm的只有16号和20号,分别为52.24 μm和45.71 μm;而高于30 μm低于40 μm的材料最多、达41个材料,差异不显著;低于30 μm的材料只有4个,分别为23号、22号、10号和56号。洼宽最大者为107号、达11.45 μm,其显著高于其他46个材料,最窄的为35号、0.18 μm。47个材料间极面宽最宽的为43号15.22 μm,最窄的为40号7.370 μm,差异显著;其他材料间差异不显著。萌发沟宽最宽的为46号和45号,分别为2.73 μm和2.56 μm,二者显著宽于最窄材料55号0.06 μm,高于1 μm低于2 μm的有10个材料,低于1 μm的有34个材料。萌发沟最长的为35号62.56 μm,显著长于最短的20号30.78 μm。47个材料间条纹宽最宽的为107号、达11.45 μm,其极显著宽于最窄的56号的0.25 μm,其他材料间条纹宽差异不显著。

2.2 光核桃花粉粒的形态特征

从表2中可知,47个光核桃材料间纹孔密度最大的是19号、为0.35,密度在0.2~0.35之间的材料有25个,密度在0.15~0.2的材料只有6个,而无孔的材料有16个。畸形率最大的是40号材料、53.21%,最小的是25号材料、6.43%,二者差异显著;畸形率在20%~40%之间的材料有19个,畸形率低于20%的有19个,而高于40%的只有5个。根据花粉粒外壁纹饰的条纹类型和穿孔状况可以将供试的材料分为4类(表2)。

第1类:条纹状,但有少量穿孔或纹孔不明显。根据条纹排列整齐度又可以分为2个亚类:1)条纹排列整齐,条纹间基本处于平行状态,此亚类中的条纹宽窄存在明显差异,属于此类的材料有光核桃37号、38号和45号等(图1)。2)条纹排列不整齐,条纹有明显的弯曲,此类材料有光核桃8号、20号和56号等(图1、图2)。

第2类:穴状或条纹穴状,在此类型中还可以分为穴状和网状两个亚类。花粉粒外壁的条纹不明显,而穿孔多且明显为穴状类,此类材料有59号

等(图2)。另一亚类花粉粒外壁的条纹明显、穿孔多,呈网状,此类材料有51号等(图1)。

第3类:螺旋状,条纹弯曲成明显的螺旋状,这类材料有8号和56号等(图1、图2)。

第4类:不规则膨大状,此类外壁纹饰条纹很粗,且呈现不规则的膨大区域,于其他纹饰有明显不同,此类材料有59号等(图2)。

3 讨论与结论

3.1 讨论

过国南等^[7]的研究表明,花粉粒的形态呈椭圆球形,外壁纹饰呈简单的直纹平行型,无穿孔,这类材料为最原始材料,光核桃花粉的表面数量较为简单,表现出原始性。曾秀丽^[11]通过电镜扫描观测了5个西藏野

表2 光核桃花粉粒形态特征比较

编号	纹孔密度/(个·mm ⁻²)	形态	畸形率/%
8	0.28	长椭圆,好,大小均匀	10.48
10	0.30	长椭圆,较好	29.92
11	0.00	长椭圆,好	17.86
12	0.33	长椭圆,不好,有花丝	
13	0.26	长椭圆,较好	15.15
14	0.25	椭圆,一般	45.56
15	0.28	椭圆,较好	28.46
16	0.17	椭圆,较好	27.27
17	0.00	长椭圆,好,多,均匀	15.11
18	0.25	椭圆,不太好,多	38.64
19	0.35	椭圆,好,多,均匀,多孔	17.7
20	0.00	椭圆,不好,萌发多	
22	0.25	长椭圆,一般,大小不均匀,无孔	27.01
23	0.30	长椭圆,好,多,均匀,有孔	17.5
24	0.31	长椭圆,好,多,均匀,有孔	20.42
25	0.23	圆和椭圆,很好,大小均匀	6.43
26	0.26	长椭圆,较好,多,有孔	18.52
27	0.00	长椭圆,较好,多,有孔	14.47
28	0.30	较好,多,均匀	21.82
29	0.00	较好,多,均匀,有孔	18.42
31	0.25	长椭圆,好,很少	
32	0.22	较好,均匀,有孔	17.33
34	0.20	好,均匀,有孔	14.63
35	0.19	好,多,均匀,有孔	19.47
36	0.18	好,均匀,条纹状明显	11.82
37	0.00	长球形,好,多	16.79
38	0.00	较好,多,大小均匀	23.85
39	0.00	多,好,长球形	14.04
40	0.28	变形多,无孔	53.21
41	0.00	好,多,孔多	25.88
42	0.26	较好,无孔	20.17
43	0.24	较好,多,有孔	22.03
46	0.34	有孔,较好,均匀	22.09
47	0.18	多,好,有孔	24.68
48	0.22	变形多,部分有孔,孔密且少	44.85
49	0.24	一般,条纹不突出,孔多	39.05
50	0.00	不好,变形多,无孔	50
51	0.27	好,多,有花丝,条纹短,无孔	18.82
52	0.23	不好	46.88
53	0.00	较好,多,大小均匀	33.33
54	0.00	不均匀,一般	38.16
55	0.15	长椭圆,多,好	30.59
56	0.00	较好,条纹特殊,有孔,分布不均匀	31.43
107	0.00	好,均匀	14.29
175	0.00	好,均匀	20.9
3175	0	一般	19.13

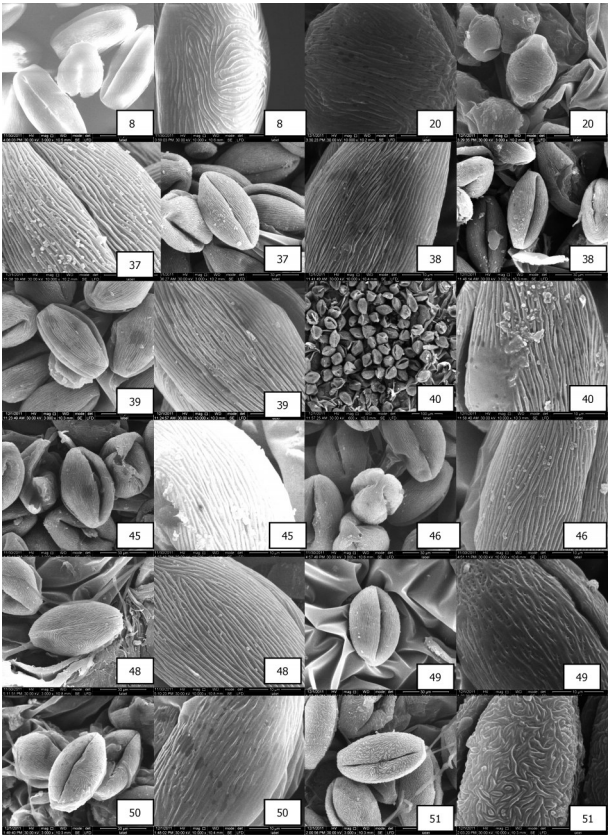


图1 光核桃花粉电镜扫描结果

生光核桃的花粉形态,但对于西藏光核桃花粉形态特征的研究尚未系统见于报道。本研究利用电镜对典型的光核桃花粉形态特征进行观察表明,在供试光核桃47个材料中,37号、38号、39号、40号和48号花粉粒的外壁饰物呈简单的直纹平行型,外壁形态呈椭圆球形属于原始类型;光核桃54号、22号和12号等材料的花粉粒外壁饰物较为复杂,纹孔较明显且多,部分材料的穿孔明显属于群体内部较进化的类型;多数光核桃则介于之间。从各个材料花粉粒外部形状来看,43号、16号、107号、46号和19号等极轴,赤道,洼宽,极面宽,萌发沟长或宽,条纹宽等都明显大于其他材料,如56号、35号、40号、55号和25号等,与前人对内地光核桃的研究结果基本相吻合。这些观测结果表明古老的光核桃“活化石”不仅仅是原始类型群体内部在发生进化,进化机制也值得深入研究,不同类型的光核桃资源是桃育种和基础研究难得的材料。

3.2 结论

47个供试光核桃材料中,不仅有花粉粒外壁形态呈椭圆球形,外壁纹饰呈简单的直纹平行型,穿孔较少或没有的最原始光核桃类型;也有条纹复杂多变,纹孔较多且密的进化类型;多数光核桃花粉粒则介于原始和进化之间。因此,光核桃内部存在花粉粒特征从原始到比较进化的变化。

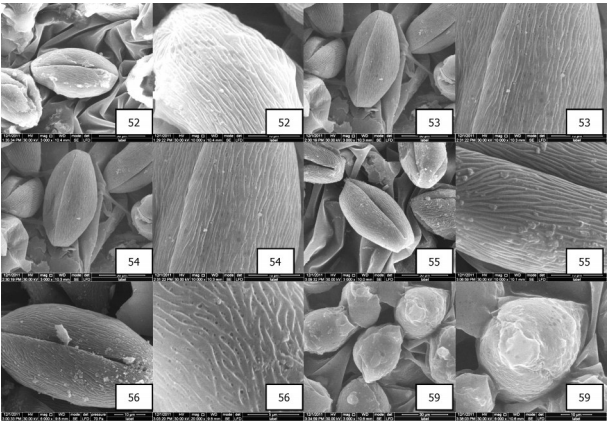


图2 光核桃花粉电镜扫描结果

参考文献:

[1]宗学普,段玉春.光核桃的分布及类型初探[C]//西藏作物品种资源考察队.西藏作物品种资源考察文集.北京:中国农业科技出版社,1987.

[2]周建涛,钟永模,王天云.川西南光核桃类型及桃的起源[C]//张上隆,陈昆松,园艺学进展.北京:农业出版社,1997.

[3]蔡长河,钟明,肖维强,等.西藏野桃果实的特性及综合利用研究[J].食品科学,2002,23(11):73-76.

[4]古桑德庆.西藏自治区经济林发展建设的调查[C]//王涛.中国社会林业工程重点示范县综合报告集.北京:中国科学技术出版社,2004.

[5]沈德绪.果树种质资源的研究利用进展[J].果树科学,1994(4):253-257.

[6]刘孟军.中国野生果树[M].北京:中国农业出版社,1998.

[7]过国南,王力荣,阎振立,等.利用花粉粒形态分析法研究桃种质资源的进化关系[J].果树学报,2006,23(5):664-669.

[8]汪祖华,周建涛.桃种质的亲缘演化关系研究:花粉形态分析[J].园艺学报,1990,17(3):161-168.

[9]邢春.光核桃种质资源的遗传多样性分析[D].哈尔滨:东北林业大学,2014.

[10]谭江平,曾秀丽,廖明安.西藏光核桃自然居群遗传多样性的SRAP分析[J].草业学报,2012,21(6):213-220.

[11]曾秀丽.西藏野生光核桃花的多样性研究[J].安徽农学通报,2016,22(1):12-15.

[12]李静.光核桃种质资源遗传多样性分析及对干旱的生理响应[D].哈尔滨:东北林业大学,2013.

[13]曾秀丽,代安国,李青,等.部分牡丹花粉粒超微结构的研究初报[J].四川农业大学学报,2009,27(4):466-470.