

薹菜的花粉形态及其演化和分类的探讨

宋廷宇¹, 吴春燕¹, 宋述尧¹, 何启伟², 徐苑芳³

(1. 吉林农业大学 园艺学院, 吉林 长春 130118; 2. 山东省农业科学院 蔬菜研究所, 山东 济南 250100;

3. 济南北方农艺科学研究所, 山东 济南 250100)

摘 要:利用扫描电镜对 4 个薹菜的花粉形态进行了系统观察和比较分析。结果表明:在 4 个薹菜品种中‘南京小叶’薹菜的极轴最长,‘花叶薹菜’的极轴最短;品种之间赤道轴的长短差异不明显。花粉形态较为单一,均呈长球形,萌发沟较长,属于 $N_3P_4C_5$ 型花粉。4 个薹菜品种的花粉壁表面均具有清晰的网状纹饰,但网脊宽窄不一,不同品种间网脊的宽窄及网孔大小、形状等特征存在一定的差异。通过聚类分析表明‘南京小叶’薹菜和‘麻叶黑菜’亲缘关系较近,‘京研薹菜’其次,而‘花叶薹菜’单独聚在一起。花粉特征与表型特征之间存在一定相关性,具有重要的分类学意义。

关键词:薹菜;花粉形态;演化;分类

中图分类号:S 634.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)18-0144-04

薹菜(*Bruassica campestris* L. ssp. *chinensis* Makino var. *tai-tsai* Hort)原产于中国,是我国黄淮地区的地方特产蔬菜之一,尤以山东和江苏等地种植较多^[1]。目

前,薹菜一直被认为是十字花科芸薹属芸薹种白菜亚种的一个变种^[2],但是由于长期的自然选择和人工选择,薹菜品种类型变异较大,亲缘关系比较复杂。而当前针对薹菜的研究尚少,影响了薹菜的利用。因此,对薹菜的演变、进化和分类进行研究是十分必要的。

植物的花粉形态特征是在长期的进化过程中不断演化和发展形成的,带有大量的演化信息,它是由基因控制的,受外界环境条件的影响很小,具有很强的遗传保守性和稳定性,是探讨植物起源、演化及亲缘关系的重要依据之一^[3]。因此,该研究在对收集的 29 份薹

第一作者简介:宋廷宇(1977-),男,吉林德惠人,博士,讲师,现主要从事蔬菜种质资源创新与利用方面的研究工作。E-mail:ty-song422@163.com。

通讯作者:何启伟(1940-),男,研究员,研究方向为蔬菜遗传育种。E-mail:hqw1215@sohu.com。

收稿日期:2010-06-12

[4] 陈谷,叶长明,李宝健. 植物抗病毒基因工程的研究进展[J]. 生物技术通讯,1999(6):17-22.

[5] Kim M., Canio W., Wessler S., et al. Developmental changes due to long-distance movement of a homeobox fusion transcript in tomato [J]. Science, 2001, 293:287-289.

[6] 王傲雪,李景富. 转基因番茄的机理及现状[J]. 辽宁农业科学,1998(6):33-36.

[7] 王文静,李怀方. 现代分子生物学技术在植物抗病毒育种中的作用[J]. 山西农业科学,2002,30(3):76-79.

The Condition Optimization for Tomato Gene Transform by *Agrobacterium Tumefaciens*-introduced

PAN Yong-ming

(Mudanjiang Normal University College, Mudanjiang, Heilongjiang 157012)

Abstract: It was used as the experimental essential factor that the pre-culture time of tomato leaves and the co-culture time and temperature of the agrobacterium tumefaciens and the tomato leaves of grass plate altogether raise, then designed experiment. Tried to find out relative suitable time and temperature range, other operations carry on according to the conventional operation, the empirical datum indicated that the agrobacterium tumefaciens and the tomato leaves of grass plate pre-culture time was 32~48 hours; the most suitable condition of agrobacterium tumefaciens and the tomato leaves of grass plate was: cultured in 22~24℃ under raises darkly for 48 hours.

Key words: tomato; *Agrobacterium tumefaciens*; condition optimization

菜细致调查研究的基础上,选取有代表性的 4 个品种,在扫描电镜下系统的观察、比较了其花粉形态,在此基础上对薹菜的演化与分类进行了探讨,以便为薹菜的开发利用奠定基础,同时也可以为薹菜的系统学和保护生物学的进一步研究提供孢粉学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

于 2007 年 11 月,分别将从北京、南京和济南收集的 4 个薹菜品种,即‘京研薹菜’、‘南京小叶’薹菜、‘花叶薹菜’与‘麻叶黑菜’(其中 1、2、3、4 分别代表上述 4 个品种,图 1)种植在日光温室中。2008 年 3 月在花开时,选取具有代表性的植株,在前 1 d 晚上,用硫酸纸袋罩住即将开放的花蕾,在第 2 天上午 9:00 时左右,从硫酸纸袋开放的花中直接取花药置于另一洁净硫酸纸袋中,并编号,在室内自然阴干后放在干燥器中备用。

1.2 试验方法

将经自然干燥后的供试花粉均匀涂布于粘有双面胶带的样品台上,于 IB-5 型粒子溅射仪中喷金,然后置于日立 S-570 扫描电镜下观察记录,并选取有代表性的视野分 600×(群体)、2 500×(个体)、15 000×(纹饰)、3 500×(极面)进行拍照,在数码照片上对应标尺的长度测量花粉的极轴长(P)、赤道轴长(E)、脊间距、脊宽、孔穴直径和孔穴个数,观察记录花粉的赤道面观、极面观,以及两极的形状,萌发器官及外壁纹饰的特点,每种花粉测量 20 粒。同时根据上述测量结果,选择其中 7 个数值性状,即 P、E、P/E、条脊宽、条脊间距、孔穴直径和孔穴密度,把数值输入计算机,然后利用 DPSv 7.05 专业版统计软件进行数据标准化转换后,用欧式距离作聚类距离,采用类平均法(UPGMA)作聚类分析。上述花粉形态的有关术语见参考文献^[4]。

2 结果与分析

2.1 花粉粒的大小

由表 1 可见,4 个薹菜品种中以‘南京小叶’薹菜的极轴最长,为 35.27 μm;‘花叶薹菜’的极轴最短,为 32.54 μm,其它 2 个品种极轴按大小顺序排列依次为‘麻叶黑菜’>‘京研薹菜’。赤道轴长短的排列次序为‘南京小叶’薹菜>‘花叶薹菜’>‘京研薹菜’>‘麻叶黑菜’。

菜’,但 4 个薹菜品种赤道轴大小较为接近,差别不明显。

2.2 花粉粒的外部形态

从图 2 可见,4 个薹菜品种的花粉粒形态较为单一,均呈长球形,长萌发沟;极面观为 3 裂三角形或近圆形。4 个品种薹菜的花粉粒均较饱满。从极面上看,4 个品种薹菜的花粉粒极端均有孔,而“京研薹菜”的极端平坦,‘麻叶黑菜’的极端较尖,‘花叶薹菜’和‘南京小叶’薹菜的极端较平坦,微尖。4 个薹菜品种花粉粒上均有 3 条萌发沟,沿极轴方向等间距环状分布,按照 Erdtman^[5]的 NPC(N 萌发孔数目为 3,P 位置为环状排列,C 特征为孔沟型)分类系统,薹菜属于 N₃P₄C₅ 型花粉,从极面上可以观察到 3 条萌发沟,而在赤道面上只能见到 1~2 条萌发沟。‘花叶薹菜’的萌发沟较宽且长,长至近两端明显区别与其它 3 个品种(图 2、B4);而‘京研薹菜’的萌发沟较窄且短(图 2、A4);‘南京小叶’‘薹菜’和‘麻叶黑菜’的萌发沟(图 2、C4、D4)形状较为接近,萌发沟较长,介于‘花叶薹菜’和‘京研薹菜’之间。

2.3 花粉粒的表面纹饰

4 个薹菜品种的花粉粒壁表面均具有清楚的网状纹饰,但网脊粗细不一,不同品种间网脊的宽窄及网孔大小、形状等特征存在一定的差异。‘京研薹菜’花粉壁网状纹饰(图 2、A3)较完整,网脊较粗,大约为 0.64 μm,是 4 个品种中条脊最宽的品种;而‘南京小叶’薹菜的条脊最窄,为 0.47 μm。但从脊间距的比较来看,又以‘南京小叶’薹菜的为最宽,达到 1.02 μm,而‘花叶薹菜’的脊间距最小,仅为 0.89 μm。4 个薹菜品种花粉的网孔均以不规则多边形为主,大小不一。‘京研薹菜’的网孔直径最大为 0.63 μm,‘南京小叶’薹菜和‘麻叶黑菜’的网孔大小接近,分别为 0.52 μm 和 0.53 μm,而‘花叶薹菜’的网孔直径最小,仅为 0.45 μm,与其它 3 个薹菜品种相比,差异较为明显。4 个薹菜品种花粉壁上这些形状不规则的网孔大多形成穿孔,‘花叶薹菜’的网孔较为平滑,没有形成刺突,而另外 3 个品种网孔均不是很平滑,且均形成刺突,又以‘南京小叶’薹菜最为明显(图 2、C3)。花粉壁上孔穴的密度以‘花叶薹菜’为最大,与其它 3 个品种相比差异较为明显,大小顺序依次为‘花叶薹菜’>‘麻叶黑菜’>‘南京小叶’薹菜>‘京研薹菜’。

缘关系较近;在等级结合线 2(遗传距离约 3.34 cM)处‘京研薹菜’又和前二者亲缘关系较近,而‘花叶薹菜’单独聚在一起,说明与前三者亲缘关系较远。与表型性状对

表 1 薹菜的花粉形态

名称	花粉粒		条脊		孔穴	
	大小(P×E)/μm	形状(P/E)	宽度/μm	间距/μm	直径/μm	密度个·100μm ⁻²
京研薹菜	(33.89±2.07)×(16.72±0.61)	2.03±0.12	0.64±0.10	0.95±0.16	0.63±0.11	40.24±5.17
花叶薹菜	(32.54±2.67)×(17.03±1.00)	1.92±0.26	0.53±0.10	0.89±0.18	0.45±0.15	49.13±7.43
南京小叶薹菜	(35.27±1.54)×(17.05±0.84)	2.07±0.13	0.47±0.08	1.02±0.17	0.52±0.13	41.31±4.56
麻叶黑菜	(34.51±1.56)×(16.67±0.98)	2.08±0.20	0.49±0.08	0.99±0.19	0.53±0.15	45.30±3.41

2.4 聚类分析结果

如图 3 所示,在等级结合线 1(遗传距离约 2.32 cM)处,‘南京小叶’薹菜和‘麻叶黑菜’聚在一起,说明二者亲

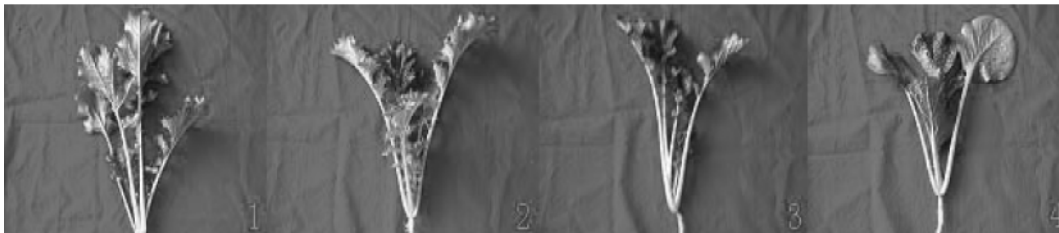


图 1 4 个薹菜品种

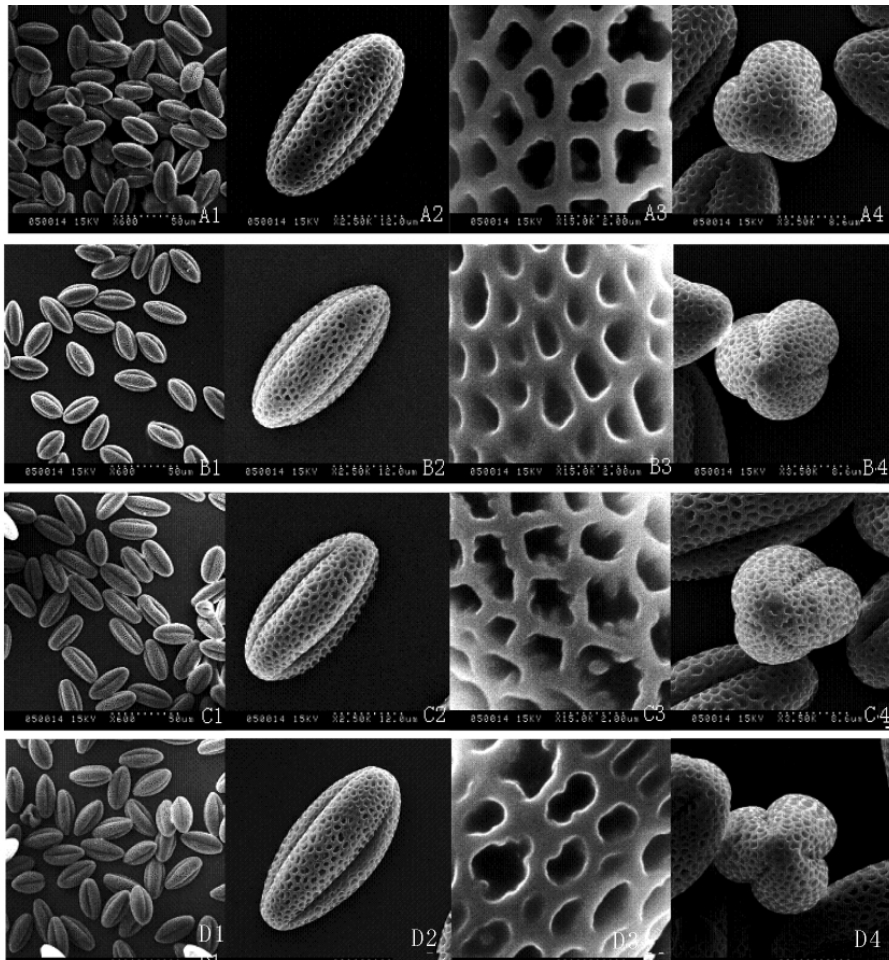


图 2 4 种薹菜花粉粒表面纹饰

注:A 代表‘京研薹菜’的花粉照片;B 代表‘花叶薹菜’4 种薹菜花粉粒表面纹饰的花粉照片;C 代表‘南京小叶’薹菜的花粉照片;D 代表‘麻叶黑菜’的花粉照片。‘1’示群体观($\times 600$);‘2’示赤道面观($\times 2\,500$);‘3’示纹饰($\times 15\,000$);‘4’示极面观($\times 3\,500$)。

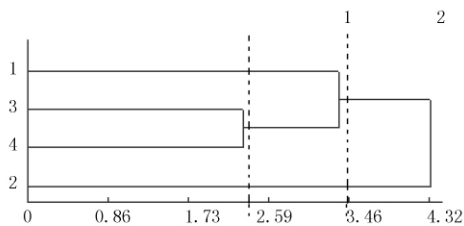


图 3 薹菜花粉性状的聚类分析

比发现,‘京研薹菜’、‘南京小叶’薹菜与‘麻叶黑菜’叶片均为圆叶,叶片不开裂或开裂不明显,且叶色较深;而‘花叶薹菜’叶片开裂,叶色较浅。因此,根据 4 个品种薹菜叶片的表型性状能够把它们明显划分出 2 个类群,这说明聚类分析是合理的。

3 讨论

Wodehouse^[6]在讨论花粉功能及进化关系时指出,越进化的花粉其调节功能越强,而调节功能随着花粉体

积与表面积之比的减少而增强,体积与表面积之比与花粉的长度呈反比,即花粉越长,其体积与表面积之比就越小,调节功能越强,也就越进化。而 Walker^[7] 认为被子植物花粉纹饰演化的趋势是:表面光滑→表面具小穴、小沟状雕纹→表面棒状、鼓锤状、刺状→表面皱波状、网状、条纹状。在该研究中薹菜的花粉均为长球形、花粉外壁纹饰均为网状,根据上述观点,表明薹菜应是较为进化的物种。陈东林等^[8] 对芸薹属的几种作物的花粉研究表明,花粉粒的特征除大小明显小于薹菜外,其它特征基本相似,这进一步表明薹菜是芸薹属中较为进化的类群。

花粉的外壁纹饰除了可以进行判别物种的进化程度外,还具有重要的分类价值^[9]。在扫描电镜下,4 个薹菜品种的花粉的外壁纹饰差异明显,突出表现在花粉条脊宽窄、脊间距、孔穴密度、孔穴大小、孔穴平滑程度、花粉粒形状,以及赤道面观和两极形状之间存在着较大的差异。所以,上述特征可以作为薹菜分类、鉴定的重要依据。

通过对 4 个薹菜品种表型性状和花粉形态的观察,发现二者之间有一定的相关性。通过表型性状(叶片缺刻、叶色等)能将它们分为 2 个类群,‘京研薹菜’、‘南京小叶’薹菜和‘麻叶黑菜’三者之间聚在一起,区别并不明显。而‘花叶薹菜’表型性状与上述三者差异明显,可以单独聚为一类。需要注意的是通过对花粉的扫描电

镜观察,并进行聚类分析,又把‘京研薹菜’、‘南京小叶’薹菜和‘麻叶黑菜’划分成 2 个类别,这是表型性状无法做到的,这与前人^[10-11] 在其它植物上的研究结果相似。

参考文献

- [1] 中国农业科学院蔬菜花卉研究所. 中国蔬菜品种志[M]. 北京:中国农业出版社,2001:6.
- [2] 曹家树,曹寿椿,缪颖,等. 中国白菜各类群的分支分析和演化关系研究[J]. 园艺学报,1997,24(1):35-42.
- [3] 王伏雄,钱南芬,张玉龙. 中国植物花粉形态[M]. 2 版. 北京:科学出版社,1995.
- [4] Walker J W, Dole J A. The base of angiosperm[J]. Annals of the Missouri Botanical Garden,1975,62:664-723.
- [5] 埃尔特曼 G. 中国科学院植物研究所译. 孢粉学手册[M]. 北京:科学出版社,1978:1-45.
- [6] Wodehouse R P. Pollen Grains [M]. New York:Mc Graw Hill Book Co. Inc.,1935:323-340.
- [7] Walker J W. Evolution significance of the exine in the pollen of primitive angiosperms. In: Ferguson IK, Moller J. The evolutionary significance of the exine [M]. London: Academic Press,1976:251-308.
- [8] 陈东林,魏琴,李旭锋. 芸薹族 9 种油料植物的花粉形态[J]. 中国油料作物学报,2000,22(3):22-26.
- [9] 朱岭仁,孙京田. 山东蔷薇科植物花粉亚显微形态研究[J]. 山东师大学报(自然科学版),1995,10(2):192-196.
- [10] 陈少凤,叶居新,朱祥玲,等. 若干悬钩子属植物的花粉形态研究[J]. 植物研究,1996,16(4):463-466.
- [11] 李维林,贺善安,顾姻,等. 中国悬钩子属花粉形态观察[J]. 植物分类学报,2001,39(3):234-247.

Pollen Morphology of Tai-tsai and Discussion on its Evolution and Taxonomy

SONG Ting-yu¹, WU Chun-yan¹, SONG Shu-yao¹, HE Qi-wei², Xu Yuan-fang³

(1. Department of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118; 2. Institute of Vegetable, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Ji'nan, Shandong 250100; 3. Ji'nan Northern Institute of Agricultural Sciences, Ji'nan, Shandong 250100)

Abstract: Pollen morphology of four Tai-tsai cultivars was systematically examined and compared with Scanning Electron Microscopy(SEM). The results showed that polar axis of ‘Nanjingxiaoyetaicai’ was the longest among the four testing materials, while that of ‘Huayetaicai’ was the shortest, and that was no significant difference in equatorial axis length between cultivars. Moreover, pollen morphology was very similar i. e. prolate pollen grains and long germination gap, the type of Tai-tsai pollens belonged to $N_3P_4C_5$ model. There was clear reticulate exine ornamentation on pollen wall surface, while the ridge width was different. There were difference in the size and shape of tectum puncture. The results of clustering analysis showed that the relationship between ‘Nanjingxiaoyetaicai’ and ‘Mayeheicai’ was very close, the relationship between ‘Jingyantaicai’ and the former two cultivars was less close. There was an interrelationship between the pollen morphology and some morphological characteristics, showing the important taxonomic significance.

Key words: Tai-tsai; pollen morphology; evolution; taxonomic