

六个不同类型荞麦花花粉粒形态的电镜观察比较研究

张玉霞¹, 陈庆富²

(1. 贵州师范大学实验中心电镜室, 贵州贵阳 550001; 2. 贵州师范大学生物系遗传室, 贵州贵阳 550001)

摘要: 对二倍体甜荞长花柱类型(ES2s)、二倍体甜荞短花柱类型(ES2S)、四倍体甜荞长花柱类型(ES4s)、四倍体甜荞短花柱类型(ES4S)、四倍体有翅细野荞(GR4HI)、四倍体无翅细野荞(GR4HO)等6个不同荞麦类型花的花粉形态学进行了电镜观察。结果表明:这些荞麦类型的花粉粒都是椭圆形,都有网状纹饰、3孔沟等特征。二倍体甜荞染色体加倍后形成的四倍体甜荞,相对于二倍体甜荞而言,花粉粒显著增大和明显变圆。无论二倍体还是四倍体甜荞,其长花柱型花的花粉粒都比其对应短花柱型花的花粉粒要小。尽管四倍体甜荞和四倍体细野荞在染色体数目和倍性上一样,但是它们在花粉粒的大小上有显著差异。四倍体细野荞有翅类型和无翅类型的花粉粒大小和形态差异不显著。

关键词: 蓼科; 荞麦; 花粉形态学; 分类学; 起源

中图分类号: Q944.42 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2002)03-0232-05

Study on pollen morphology of six kinds of buckwheat flowers by means of electric microscope

ZHANG Yu-xia¹, CHEN Qing-fu²

(1. Laboratory of Electric Microscope, Experimental Center, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China;

2. Laboratory of Genetics, Biology Department, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China)

Abstract: Pollen morphology of six kinds of buckwheat (*Fagopyrum*) flowers was studied by means of electric microscope. The results suggested that these buckwheat flowers have tricolporate, elliptic or subspheroidal pollen grains with reticulate aculpture. Tetraploid *F. esculentum* has rounder and much bigger pollen grains than its diploid *F. esculentum*. In diploid and tetraploid *F. esculentum*, the long style type of flowers has smaller pollen grains than their corresponding short style type of flowers. In spite of the common number and ploidy chromosoms, there is much difference between tetraploid *F. gracilipes* and tetraploid *F. esculntum* in pollen grains. Besides, in *F. gracilipes*, the type with wings has pollen grains similar to that without wings.

Key words: buckwheat; origin; pollen morphology; polygonaceae; taxonomy

荞麦是一种很有开发价值的粮食作物、饲用作物、蜜源植物、药用植物。营养价值和医用价值极

高。它的重要价值已开始引起世界生物学家的重视。近年来的研究已经表明^[1~3],栽培荞麦起源于中

收稿日期: 2001-02-09

作者简介: 张玉霞(1966-),女,贵州贵阳人,实验师,生物学学士,从事电子显微镜技术的研究和教学。

基金项目: 贵州省自然科学基金资助(1999)

国西南部。

荞麦属于蓼科(Polygonaceae)荞麦属(*Fagopyrum*)。根据Chen^[4,5]和Ohnishi & Matsuoka^[6]的研究,大约有16个野荞种。被栽培的荞麦种主要有2个,即甜荞(*F. esculentum* Moench,又叫普通荞麦)和苦荞(*F. tataricum* (L.) Gaertn.)。

关于栽培荞麦的起源祖先种目前尚有许多争论。归纳起来,主要有四种假说。第一种假说认为,花柱异长的多年生的金荞(*F. cymosum*)是栽培荞麦的祖先种,并且认为金荞、甜荞和苦荞在分类学上是很近缘的^[7~9]。这一假说得到形态学上的支持。但是由于已有报道中金荞为四倍体,它与栽培荞麦在同工酶上差异极大、基本上没有共同谱带^[10,11],而且多倍体一般被认为是进化特征,因此有人反对此假说。第二种假说认为,金荞、甜荞等的花柱异长、蜜腺发达、虫媒传粉等特征应该是进化特征,而反对金荞为甜荞的祖先,并认为可能存在一种较原始的花柱同长种向自交和异交两个方向进化分别形成甜荞和苦荞^[12]。但是,该原始种一直没有找到。第三种假说认为,甜荞、苦荞和金荞这三个种间亲缘关系远,反对金荞是栽培荞麦的祖先,而认为野甜荞是栽培荞麦的祖先^[3,11]。但是,由于野甜荞与栽培荞麦的亲缘关系太近缘,差异小,而使人们认为可能还有更原始的栽培荞麦野生祖先种。第四种假说^[4,5]认为,甜荞与苦荞差异大,它们在酯酶同工酶带谱、形态学上分别类似于二倍体的大野荞(*F. megalpar-tanium*)和毛野荞(*F. pilus*),因此推测它们可能有彼此不同的起源祖先种,即可能是分别来自多年生的大野荞和毛野荞。这些假说中哪一个正确,需要进一步的深入研究。

一些研究表明,花粉形态特征常可以反映种属特征,因此可以用来探讨荞麦属种间系统关系。Hedberg^[9]比较了广义蓼属各种花粉形态,把广义蓼属之花粉分为10个类型。其中,荞麦类型较特殊,其花粉槽沟中有孔而且花粉外壁粗糙呈颗粒状,有别于其它类型。林汝法^[1]也描述了二倍体栽培甜荞的花粉粒形态。但是这些研究都局限于荞麦属的栽培种类,而对于种类更多的野荞的花粉粒形态学等方面还缺少报道。

由于栽培种类都是一年生的,一年生的荞麦种类中又以栽培甜荞和细野荞在世界上的分布最广

泛,因此探讨广泛分布的一年生的荞麦种之间的关系,对于建立正确的荞麦种间系统关系图有重要意义。本文对二倍体和四倍体甜荞和细野荞的不同花柱类型花的花粉粒进行电镜观察研究,以便为荞麦的起源和进化、荞麦繁殖生物学、荞麦属系统学和分类学等研究提供指导。

1 材料与方法

取成熟而未开裂的荞麦新鲜花药,按常规扫描电镜生物样品制样步骤制样,用KYKY-1000B扫描电镜观察、测量长度及拍照。6种类型的荞麦都分别测量10个左右的花粉粒极轴与赤道轴长度作实验原始数据。

试验数据统计分析方法采用不同类型间的方差分析及Duncan's多重比较方法、成对数据的t测验、成组数据两样本比较的t测验,测验显著水平分别为0.05、0.01,显著时分别标记"*"和"* *",详细方法参见杜荣骞^[13]。

2 结果和讨论

对甜荞和细野荞共6个类型荞麦植株的花粉粒的观测表明:它们花粉粒外部形态是类似的,都是网纹状、有3孔沟。其不同之处主要在于花粉粒的大小,即极轴和赤道轴的长度上。除了ES4S的花粉粒形态发生变异,其孔沟分布不呈对称分布,其它类型的三孔沟都是对称分布的。这种变异,可能是由于二倍体甜荞染色体加倍后部分个体遗传上不十分平衡所致。

这6个类型荞麦花粉粒极轴和赤道轴长度、极轴/赤道轴长度比测量结果及不同类型间的统计分析见表1、2、3。

从这些表可以得出以下结果:

(1)所有6个类型荞麦的花粉粒极轴长度都比赤道轴长度显著较长。即所有花粉粒都是椭圆形。

(2)二倍体甜荞长花柱类型(ES2s)花粉粒大小平均为 $28.66 \mu\text{m} \times 25.56 \mu\text{m}$,其变幅为 $26.9 \sim 30.6 \mu\text{m} \times 24.7 \sim 26.6 \mu\text{m}$,极轴与赤道轴长度比为1.121 3。而二倍体甜荞短花柱类型(ES2S)花粉粒大小平均为 $31.13 \mu\text{m} \times 27.86 \mu\text{m}$,其变幅为 $29.7 \sim 33.1 \mu\text{m} \times 27.1 \sim 29.7 \mu\text{m}$,极轴与赤道轴长度比为1.117 4。长花柱类型花粉粒在极轴和赤道轴长

度上都比短花柱类型花粉粒显著较小,在极轴对赤道轴长度比上无显著差异。

(3)四倍体甜荞长花柱类型(ES4s)花粉粒大小平均为 33.56 μm \times 30.58 μm ,其变幅为 30.8~35.7 μm \times 28.4~32.4 μm ,极轴与赤道轴长度比为 1.097 5。而四倍体甜荞短花柱类型(ES4S)花粉粒

大小平均为 45.96 μm \times 41.48 μm ,其变幅为 42.0~48.0 μm \times 39.0~43.0 μm ,极轴与赤道轴长度比为 1.108 0。长花柱类型花粉粒在极轴和赤道轴长度上都比短花柱类型花粉粒显著较小,在极轴对赤道轴长度比上无显著差异。显然这与二倍体甜荞有相同的规律。

表 1 荞麦不同类型间花粉粒形态统计分析

Table 1 Morphology statistical analysis of pollen grains in *Fagopyrum* among different types

项目 Items	极轴 Polar axis				赤道轴 Equatorial axis				极轴与赤道轴之比 (取平均值) P/E	多重比较 (0.01) Multiple comparison	极轴与赤道轴差异的 t 测验 T test	
	长度变幅 Length range (μm)	平均值 Mean (μm)	标准差 Standard deviation	多重比较 (0.01) Multiple comparison	长度变幅 Length range (μm)	平均值 Mean (μm)	标准差 Standard deviation	多重比较 (0.01) Multiple comparison			极轴与赤道轴之差 (取平均值) P-E	T 值 T value
ES2s	26.9~30.6	28.66	1.225 8	D	24.7~26.6	25.56	0.609 6	D	1.121 3	A	3.10	8.92 * *
ES2S	29.7~33.1	31.13	1.101 1	C	27.1~29.7	27.86	0.874 8	C	1.117 4	A	3.06	12.03 * *
ES1s	30.8~35.7	33.56	1.353 4	B	28.4~32.4	30.58	1.203 5	B	1.097 5	AB	2.98	29.54 * *
ES4S	42.0~48.0	45.96	2.077 7	A	39.0~43.0	41.48	1.331 8	A	1.108 0	AB	4.49	11.86 * *
GR4H1	26.7~28.9	27.69	0.863 4	D	26.0~28.5	27.20	0.855 1	C	1.018 1	D	0.49	3.78 * *
GR4H0	27.1~31.0	29.29	1.356 8	D	25.3~28.3	26.99	0.963 8	C	1.085 2	B	2.3	13.40 * *

表 2 荞麦不同类型间花粉粒极轴、赤道轴、极轴与赤道轴长度比的方差分析

Table 2 Variance analysis of polar axis length, equatorial axis length, polar axis length/equatorial axis length of pollen grains in *Fagopyrum* among different types

分析类别 Items	极轴长度(μm) Polar axis length(P)				赤道轴长度(μm) Equatorial axis length(E)				极轴与赤道轴长度比 P/E			
	SS	df	MS	F	SS	df	MS	F	SS	df	MS	F
变异来源 Variation source												
类型 Type	1 965.345 4	6	327.557 6	187.33 * *	1 461.410 7	6	243.568 5	248.87 * *	0.085 771 98 6	0.014 295	24.30 * *	
机误 Random error	89.178 1	51	1.748 6		49.913 4	51	0.978 7		0.029 996 8 51	0.000 588		
总和 Total	2 054.523 5	57			1 511.324 1 57				0.115 768 78 57			

表 3 甜荞(ES)与细野荞(GR)花粉粒参数差异的显著性测验

Table 3 The comparison of parameters of pollen grain between big achene group(BA) and small achene group(SA) in *Fagopyrum*

类型 Types	n	极轴长度 Polar axis length(P)		赤道轴长度 Equatorial axis length (E)		极轴与赤道轴之比 P/E	
		\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S
		ES	53	33.86	1.296 6	30.39	0.939 9
GR	32	29.37	1.233 8	27.89	1.151 6	1.055 7	0.037 6
T value			15.75 * *			10.90 * *	7.77 * *

(4)在花柱同长的细野荞麦(*F. gracilipes*)中,四倍体有翅类型(GR4H1)的花粉粒大小平均为 27.69 μm \times 27.20 μm ,其变幅为 26.7~28.9 μm \times 26.0~28.5 μm ,极轴与赤道轴长度比为 1.018 1。而四倍

体无翅类型(GR4H0)花粉粒大小平均为 29.29 μm \times 26.99 μm ,其变幅为 27.1~31.0 μm \times 25.3~28.3 μm ,极轴与赤道轴长度比为 1.085 2。有翅类型与无翅类型的花粉粒在极轴和赤道轴长度上无

显著差异,但在极轴对赤道轴长度比上存在显著差异,即有翅类型比无翅类型更圆。

(5)花粉粒极轴长度从大到小的顺序与其赤道轴长度从大到小的顺序一致,都是:四倍体甜荞短花柱、四倍体甜荞长花柱、二倍体甜荞短花柱、四倍体有翅细野荞、二倍体甜荞长花柱、四倍体无翅细野荞。这表明四倍体甜荞比二倍体甜荞花粉粒大,无论二倍体还是四倍体甜荞都是以短花柱类型花粉粒较大。这暗示染色体加倍后,可使花粉粒显著变大,但是尽管花粉粒极轴对赤道轴长度比有所变小,但未达显著水平。

(6)在极轴对赤道轴长度比上,从大到小的顺序为:二倍体甜荞长花柱和短花柱类型、四倍体甜荞短花柱和长花柱类型、细野荞无翅类型和有翅类型。也就是说甜荞染色体加倍可使花粉粒变圆,但是这种变化未达显著水平。细野荞是供试材料中花粉粒较圆的类型,尤其是有翅细野荞(GR4H1)的花粉粒几乎呈圆球形。

(7)表 3 表明:甜荞与细野荞相比,它们的花粉粒在极轴长度、赤道轴长度、极轴对赤道轴的长度比等指标上都有极显著差异,暗示它们之间的差异是极大的。

以前的研究主要是对二倍体甜荞进行电镜观察⁽¹⁾。本研究对二倍体甜荞及其加倍产生的四倍体甜荞、细野荞进行了观察和比较,发现甜荞染色体数目加倍后形成的四倍体甜荞比二倍体甜荞的花粉粒要大而圆,暗示染色体数目的增加可使花粉粒增大和变圆。本研究还发现:尽管四倍体甜荞和四倍体细野荞染色体数目和倍数相同,但它们的花粉粒大小差异很大,前者极显著大于后者,说明它们之间有较大的差别。这种差异反映了物种的种间分化。总的说来,甜荞与细野荞之间花粉粒的形态上有很大的相似性,暗示它们尽管是不同的种,但是都有荞麦属的一般特征,因此本研究支持它们被划分进同一个属的分类体系。

本研究也发现甜荞长花柱类型花的花粉粒比短花柱类型花的花粉粒要小,这与已有报道一致^(1,9),其原因可能是长花柱型花具有短花丝雄蕊,其花粉要授粉短花柱型花的短花柱,由于花柱较短,不需要积累更多的营养,较小的花粉粒,足以完成授精任务,因此其花粉粒较小。相应地,长花丝雄

蕊花粉应积累较多的营养,以便完成对长花柱的授精任务,因此短花柱型花的雄蕊花粉粒相对要大一些。

在有翅和无翅细野荞的分类上,目前有两种处理。一种处理为各自独立成种⁽⁸⁾,前者为 *F. odontopterum*,后者为 *F. gracilipes*;另一种处理是把它们归成一种 *F. gracilipes*,但分别作为不同亚种来处理⁽⁴⁾。本研究发现这两个类型的花粉粒在大小和形态上差异不显著,它们应是近缘的,即本研究不支持这两个类群各自独立成种的划分。

参考文献:

- [1] 林汝法. 中国荞麦[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994. 97—105.
- [2] Li Q, Yang M. Preliminary investigation on buckwheat origin in Yunnan, China[A]. Proc. 5th. Intl. Symp. Buckwheat, Taiyuan, China. (Eds: Lin R, Zhou M, Tao Y, Li J and Zhang Z)[C]. Beijing: Chinese Agr. Publ. House, 1992. 44—48.
- [3] Ohnishi O. Discovery of the wild ancestor of common buckwheat[J]. *Fagopyrum*, 1991, **11**: 5—10.
- [4] Chen Q F. A study of resources of *Fagopyrum* (Polygonaceae) native to China[J]. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 1999, **130**: 53—64.
- [5] Chen Q F. Wide hybridization among *Fagopyrum* (Polygonaceae) species native to China[J]. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 1999, **131**: 177—185.
- [6] Ohnishi O, Matsuoka Y. Search for the wild ancestor of buckwheat. II. Taxonomy of *Fagopyrum* (Polygonaceae) species based on morphology, isozymes and cpDNA variability[J]. *Genes Genet. Syst.*, 1996, **71**: 383—390.
- [7] Campbell C G. Buckwheat[A]. In: Evolution of Crop Plants (ed. N. W. Simmonds)[C]. London: Longman, 1976. 235—237.
- [8] Gross M H. Remarques sur les Polygonees del'Asie Orientale[J]. *Bull. Geogr. Bot.*, 1913, **23**: 7—32.
- [9] Hedberg O. Pollen morphology in the genus *Polygonum* L. (s lat.) and its taxonomical significance[J]. *Svensk Bot. Tidskr.*, 1946, **40**: 371—404.
- [10] 王子玉. 荞麦酯酶同工酶研究[J]. 山西农业科学, 1987, (12): 2—4.
- [11] Ohnishi O. Isozyme variation in common buckwheat.

- F. esculentum* Moench, and its related species [A]. Proc. 2nd. Intl. Symp. Buckwheat [C]. Miyazaki, Japan, 1983. 39—50.
- [12] Li S J, Zhang H Z, Yuan Q J. A comparative study of vegetative and reproductive organs in four kinds of *Fagopyrum* [A]. Proc. 5th Intl. Symp. Buckwheat, Taiyuan, China (Eds: Lin R, Zhou M, Tao Y, LI J and Zhang Z) [C]. Beijing: Chinese Agr. Publ. House, 1992. extra issue: 1—13.
- [13] 杜荣寿. 生物统计学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1999. 69—132.
- [14] Ye N G, Guo G Q. Classification, origin and evolution of genus *Fagopyrum* in China [A]. Proc. 5th. Intl. Buckwheat Symp., Taiyuan, China, (Eds: Lin R, Zhou M, Tao Y, LI J and Zhang Z) [C]. Beijing: Chinese Agr. Publ. House, 1992. 19—28.

图版说明:

图 1~6. 六个类型荞麦的花粉粒形态 图 1. 二倍体甜荞长花柱类型(ES2s)花的花粉粒; 图 2. 二倍体甜荞短花柱类型(ES2S)花的花粉粒; 图 3. 四倍体甜荞长花柱类型(ES4s)花的花粉粒; 图 4. 四倍体甜荞短花柱类型(ES4S)花的花粉粒; 图 5. 四倍体有翅细野荞(GR4H1)的花粉粒; 图 6. 四倍体无翅细野荞(GR4H0)的花粉粒。

Explanation of Plates:

Fig. 1~6. Morphology of pollen grains on six types of buckwheat; Fig. 1. Diploid *F. esculentum* (ES2s) with long style of flowers; Fig. 2. Diploid *F. esculentum* (ES2S) with short style of flowers; Fig. 3. Tetraploid *F. esculentum* (ES4s) with long style of flowers; Fig. 4. Tetraploid *F. esculentum* (ES4S) with short style of flowers; Fig. 5. Tetraploid *F. gracilipes* with wings (GR4H1); Fig. 6. Tetraploid *F. gracilipes* without wings (GR4H0).

(上接第 227 页 Continue from page 227)

种栽培。通过大规模繁育引种栽培,使得珍稀濒危植物种群数量大大增加,合理地进行开发利用,使珍稀濒危植物野生资源得到很好保护,又可充分发挥其多种经济用途,创造良好的经济效益、生态效益,使珍稀濒危植物资源得到可持续利用。

参考文献:

- [1] 宁世江,赵天林,李瑞棠,等. 木论喀斯特林区珍稀濒危植物资源的研究[J]. 广西植物, 1998, 18(3): 247—255.
- [2] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991, 增刊 IV.
- [3] 叶永忠,朱学文,杨好伟,等. 河南大别山珍稀濒危植物与保护[J]. 武汉植物学研究, 2001, 19(1): 21—24.
- [4] 谢国文,周植德,农植林,等. 江西种子植物特有属的生物多样性及其保护[J]. 武汉植物学研究, 1996, 14(4): 294—300.
- [5] 于永福. 中国野生植物保护工作的里程碑(国家重点野生植物保护名录)(第一批)[J]. 植物杂志, 1999, 5: 3—11.
- [6] 广西壮族自治区林业厅. 广西自然保护区[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993. 1—127.
- [7] 林有润. 中国菊科植物的系统分类与区系的初步研究[J]. 植物研究, 1997, 17(1): 6—27.
- [8] 广西花坪林区综合考察队. 广西花坪林区综合考察报告[R]. 济南: 山东科学技术出版社, 1986. 1—230.
- [9] 杨世林,张昭,张本刚,等. 珍稀濒危药用植物的保护现状及保护对策[J]. 中草药, 2000, 31(6): 401—403.