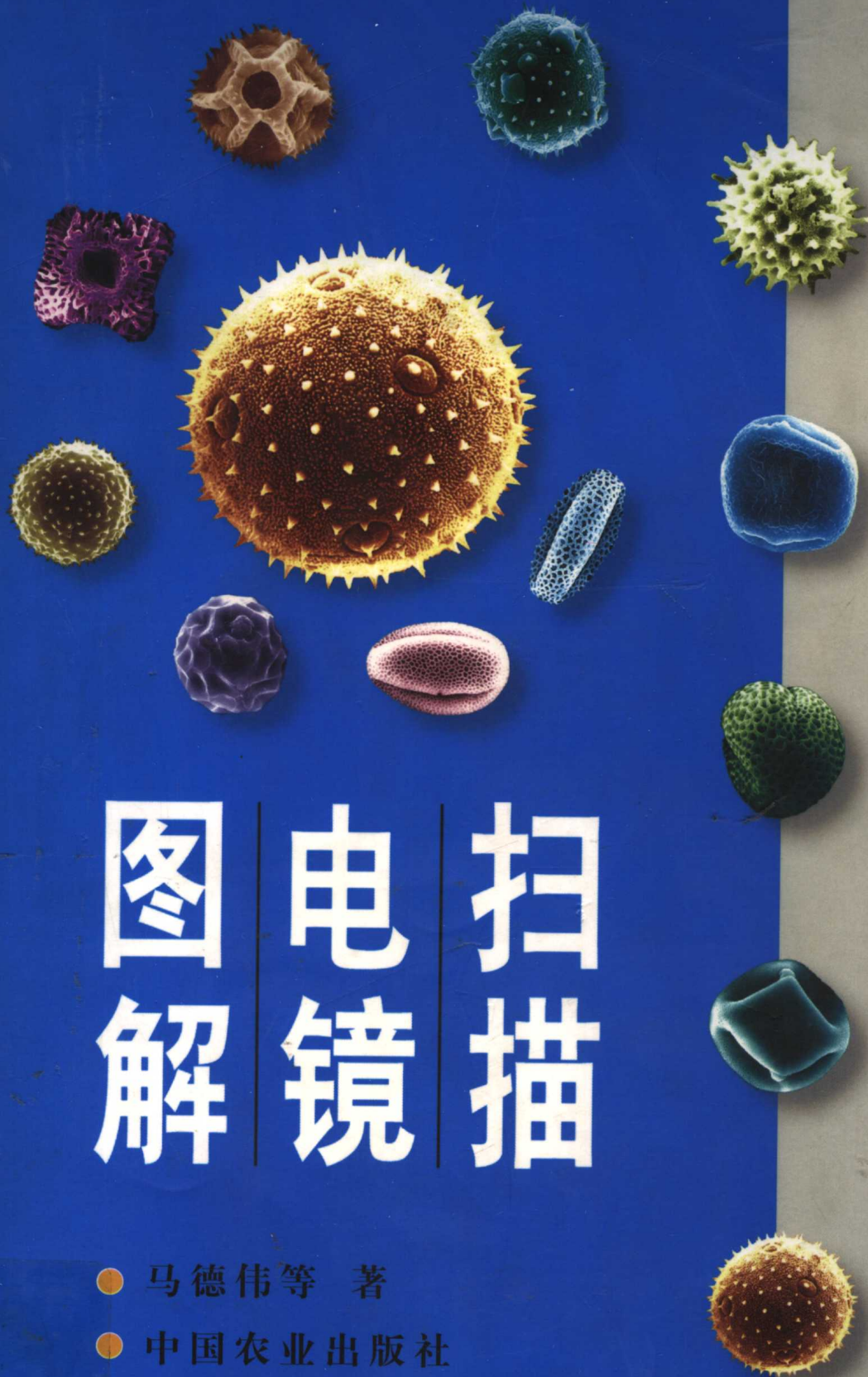


中国蔬菜花粉

扫描电镜 图解

● 马德伟等 著
● 中国农业出版社



中国蔬菜花粉扫描电镜图解

马德伟等 著

中国农业出版社

河北省自然科学基金资助项目

马德伟 张成合 高锁柱 马楠 著
刘海河 张彦萍 孙岚

中国蔬菜花粉扫描电镜图解

马德伟等 著

* * *

责任编辑 姚红 夏之翠

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号 100026)
新华书店北京发行所发行 中国农业出版社印刷厂印刷

787mm×1092mm 16开本 11.25印张 10千字

1999年7月第1版 1999年7月北京第1次印刷

印数 1~2000册 定价 36.00元

ISBN 7-109-05409-8/S·3447

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

序

孢粉学是一门与诸多学科有关的边缘学科。随着现代电镜技术的迅速发展,人们在孢粉学研究的深度和广度方面不断取得新的成果,并在农、工、医、地质、石油等领域广泛应用。利用孢粉性状具有很强的遗传保守性、稳定性和特异性,孢粉学的研究成果已经成为研究植物起源、演化、分类与遗传育种的重要依据,并已在许多作物的研究中得到应用。但是迄今为止,国内外对蔬菜作物孢粉的研究甚少。中国是世界“园林之母”,是世界蔬菜作物最重要的原产地之一,种质资源极其丰富,对蔬菜作物孢粉进行系统研究,将有力地促进蔬菜科学的发展。

著者在长期从事蔬菜遗传育种、种质资源的科学研究与教学中,广泛搜集国内外蔬菜种质,并对蔬菜作物孢粉进行了较全面、系统的研究,利用扫描电镜技术对22科111种蔬菜的孢粉进行了观察、分析与测量,拍摄了多方位的超显微照片,对其固有的孢粉形状,雕纹类型,萌发孔(沟)的数目、位置和特征等进行了研究与分析,并按G. Erdtman的国际公认术语对各类孢粉的形态、结构进行了详细描述,获取了大量的图像信息与数据信息。在此基础上还对这些蔬菜的起源、演化、分类、分布及食用价值等进行了较全面论述,内容丰富、全面、系统,并具有突出的先进性,对促进中国和世界蔬菜科学的发展将具有重要作用。

本书图像清晰,撰文精练、规范,是一本具有重要学术价值的专著,可为相关学科的研究提供参考和帮助。

中国工程院院士 方智远
中国农业科学院蔬菜花卉研究所所长

1998年5月

前 言

孢粉性状具有很高的稳定性,其形态、结构具有很强的特异性。孢粉学在不同领域的研究中形成了诸多分支,如孢粉形态学、孢粉生理学、地质孢粉学、大气孢粉学、农业孢粉学、医学孢粉学、古孢粉学等。孢粉形态是孢粉学研究的基本内容,随着电镜技术的迅速发展,对植物孢粉的研究受到国内外学者的广泛重视,在其深度和广度方面均取得许多重要成果。孢粉学在农业上的应用研究——农业孢粉学也有了长足的进步。孢粉性状所固有的稳定性、特异性为研究许多作物起源、演化、分类、遗传等提供了重要依据。

中国是世界蔬菜作物最重要的起源中心之一,种质资源十分丰富,但国内外对蔬菜作物孢粉的研究甚少,缺乏对各种蔬菜孢粉的系统研究。本书对中国和世界的主要蔬菜、常见蔬菜和中国特有蔬菜共22科111种的孢粉进行了深入研究与分析。进行了多方位显微、超显微观测,拍摄了清晰的扫描电镜照片,按国际公认的标准和术语对孢粉性状进行了全面研究与描述,绝大部分种类的研究成果在国内外该领域中尚属首次获得。同时,在综合国内外大量文献的基础上,本书还阐述了每种蔬菜的染色体数、起源、演化、传播以及在世界和中国的分布、栽培历史、食用方式、营养价值、栽培中的地位与生产国等。

本书是河北省自然科学基金资助项目的研究成果,是著者长期从事蔬菜遗传育种、种质资源和孢粉学研究的劳动结晶。河北省教育委员会为本书的撰写出版给予了支持和资助。在撰写过程中还得到中国科学院植物研究所、中国农业科学院蔬菜花卉研究所、北京蔬菜研究中心和中国农业大学园艺系等有关老师的帮助和指导,以及河北农业大学生物技术研究中心的大力支持,在此一并表示衷心感谢。

本书可供与植物学、孢粉学,蔬菜遗传、育种、栽培有关的大专院校师生和科研工作者参考,对地质、考古、养蜂和花粉食品及医学变态反应工作者也有重要的参考价值。由于著者水平所限,不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

著 者

1998年5月1日

目 录

序

前言

一、研究方法	1
(一) 材料	1
(二) 制样与观察	1
二、各类蔬菜花粉扫描电镜图解	2
(一) 十字花科(Cruciferae)	2
1. 大白菜 (chinese cabbage)	2
2. 白菜(pakchoi non-heading chinese cabbage)	3
3. 紫菜薹 (zicaitai)	3
4. 菜心(false pakchoi)	4
5. 结球甘蓝(cabbage)	4
6. 花椰菜(cauliflower)	4
7. 青花菜(broccoli)	5
8. 球茎甘蓝(kohlrabi)	5
9. 芥蓝(kailan)	6
10. 根芥菜(root mustard)	6
11. 叶芥菜(leaf mustard)	6
12. 子芥菜(seed mustard)	7
13. 萝卜(radish)	7
14. 荠菜(shepherdspurse)	8
(二) 葫芦科 (Cucurbitaceae)	30
1. 西葫芦(summer squash)	30
2. 南瓜(cushaw)	30
3. 笋瓜(winter squash)	31
4. 西瓜(watermelon)	31
5. 冬瓜(waxgourd)	31
6. 苦瓜(balsam pear bitter gourd)	32
7. 瓠瓜(bottle gourd)	32
8. 蛇瓜(edible snake gourd)	32
9. 黄瓜(cucumber)	33
10. 丝瓜(suakwa vegetable sponge)	33
11. 喷瓜(squirting cucumber)	34

12. 甜瓜(melon)·····	34
13. 佛手瓜(chayote)·····	36
(三) 豆科 (Leguminosae)·····	59
1. 蚕豆(broad bean)·····	59
2. 豌豆(garden pea)·····	59
3. 菜豆(kidney bean common bean)·····	60
4. 豇豆(common cowpea)·····	61
5. 扁豆(hyacinth bean)·····	61
6. 刀豆(sword bean)·····	62
7. 四棱豆(winged bean)·····	62
8. 豆薯(yam bean)·····	63
9. 金花菜(alfalfa)·····	63
(四) 茄科 (Solanaceae)·····	78
1. 辣椒(pepper)·····	78
2. 番茄(tomato)·····	79
3. 茄子(eggplant)·····	80
4. 马铃薯(potato)·····	80
5. 枸杞(chinese wolfberry)·····	81
(五) 百合科 (Liliaceae)·····	96
1. 野韭(branchy onion)·····	96
2. 韭菜(chinese chive)·····	96
3. 野葱(whitish onion)·····	96
4. 大葱(whitish onion)·····	97
5. 洋葱(common onion)·····	97
6. 韭葱(leek)·····	97
7. 大蒜(garlic)·····	97
8. 黄花菜(citron daylily)·····	98
9. 百合(greenish lily)·····	98
10. 石刁柏(common asparagus)·····	98
(六) 菊科 (Compositae)·····	110
1. 莴苣(lettuce)·····	110
2. 苦蕒菜(field sowthistle)·····	111
3. 菊芋(jerusalem artichoke)·····	111
4. 茼蒿(crowndaisy chrysanthemum)·····	111
5. 食用菊(edible chrysanthemum)·····	111
6. 婆罗门参(salsify)·····	112
(七) 伞形科 (Umbelliferae)·····	120
1. 芹菜(celery)·····	120
2. 胡萝卜(carrot)·····	120
3. 芫荽(corriander)·····	121

4. 茴香(fennel)·····	121
5. 水芹(water dropwort)·····	121
(八) 藜科(Chenopodiaceae)·····	128
1. 菠菜(spinach)·····	128
2. 叶蓼菜(leaf beet)·····	128
3. 灰菜(lambsquarters)·····	128
(九) 泽泻科(Alismataceae)·····	133
慈姑(oldworld arrowhead)·····	133
(十) 旋花科(Convulvulaceae)·····	135
1. 蕹菜(aquatic morning glory)·····	135
2. 甘薯(sweet potato)·····	135
(十一) 禾本科(Gramineae)·····	138
1. 甜玉米(sweet corn)·····	138
2. 竹笋(bamboo shoot)·····	138
(十二) 睡莲科(Nymphaeaceae)·····	141
莲藕(hindu lotus)·····	141
(十三) 苋科(Amarathaceae)·····	143
苋菜(flower gentle)·····	143
(十四) 唇形科(Labiatae)·····	145
1. 紫苏(common perilla)·····	145
2. 藿香(wrinkled gianthyssop)·····	145
3. 草食蚕(chinese artichoke)·····	145
(十五) 落葵科(Basellaceae)·····	149
落葵(vinespinach)·····	149
(十六) 锦葵科(Malvaceae)·····	151
黄秋葵(okra)·····	151
(十七) 马齿苋科(Portulacaceae)·····	153
马齿苋(purslane)·····	153
(十八) 蔷薇科(Rosaceae)·····	155
草莓(strawberry)·····	155
(十九) 莎草科(Cyperaceae)·····	157
荸荠(common spikesedge)·····	157
(二十) 桔梗科(Campanulaceae)·····	159
桔梗(balloonflower)·····	159
(二十一) 楝科(Meliaceae)·····	161
香椿(chinese toona)·····	161
(二十二) 椴树科(Tiliaceae)·····	163
菜用黄麻(jews mallow)·····	163
参考文献·····	165

一、研究方法

(一) 材 料

研究材料由国内外搜集，经种植观察并自交纯化后，供花粉采集之用。植株开花前一天套袋，开花当天采花并剥取花药，于干燥器内干燥约10天后备用。采花药同时，用光学显微镜观察每种蔬菜的花粉。

(二) 制样与观察

供扫描电镜观察的花粉全为整体花粉。将供试花粉粘在样品台双面胶带上，用常规方法在HOS-5GB蒸发仪和113-5型离子镀膜仪上溅射式喷镀纯金，镀金厚度约40nm。用日立S-450型和KYKY2800型扫描电镜观测、测量并照相。每种蔬菜测量统计花粉的数据为20个干花粉的平均值。

二、各类蔬菜花粉扫描电镜图解

(一) 十字花科 (Cruciferae)

十字花科蔬菜为一二年生草本植物，主要有大白菜、白菜、紫菜薹、菜心、结球甘蓝、球茎甘蓝、花椰菜、青花菜、根芥菜、叶芥菜、子芥菜、萝卜、芥菜等。分布于世界各地。本科蔬菜的花粉形态比较一致，一般为长球形，极面观3裂片状，赤道面观为椭圆形或近圆形。外壁表面具清晰的网状雕纹，网眼形状一般不规则，大小不一致，网脊一般平滑连续，网眼内或网脊内侧多有槌状或疣状突起。

1. 大白菜 (chinese cabbage)

芸薹属芸薹种中能形成叶球的亚种，为一二年生草本植物。学名 *Brassica pekinensis* (Lour) Rupr., 别名结球白菜、黄芽菜、包心白菜等。染色体数 $2n=2x=20$ 。复总状花序，完全花，花瓣4，黄或淡黄色，四强雄蕊。我们观察了二倍体及四倍体大白菜。

(1) 大白菜(2x)

花粉为长球形，极轴长 $33.3\mu\text{m} \pm 1.5\mu\text{m}$ ，赤道轴长 $17.5\mu\text{m} \pm 0.79\mu\text{m}$ ，P/E为1.9。极面观3裂片状，赤道面观椭圆形，具3沟，沟长达两极，外壁表面具清楚的网状雕纹，网眼大小不等，呈不规则形。多数网眼内有小穿孔。网眼密度约0.3个/ μm^2 。网脊表面平滑连续(图1)。

(2) 大白菜(4x)

由二倍体大白菜经河北农业大学人工诱变加倍而成，染色体数 $2n=4x=40$ ，为同源四倍体。

花粉粒长球形，极轴长 $39.75\mu\text{m} \pm 1.56\mu\text{m}$ ，赤道轴长 $24.25\mu\text{m} \pm 0.68\mu\text{m}$ ，P/E为1.64。与二倍体比较，P/E明显减小。极面观3裂片状，赤道面观椭圆形。具3沟，沟长达两极。外壁表面具典型的网状雕纹，网眼分布均匀，大小不等，形状不规则。网眼密度约0.36个/ μm^2 。网脊表面平滑，有间断，网脊内侧有柱状或疣状突起(图2)。

大白菜原产中国，起源有两种假说：一种认为起源于芜菁与白菜原始类型的杂交后代，经过长期自然和人工选择而来；另一种认为起源于野生或半栽培型的芸薹植物，经分化，选择而来。中国各地普遍栽培，主要产区在长江以北。

大白菜以叶球为食，品质软嫩，每100g含水分94~96g，碳水化合物1.7g，蛋白质0.9g，还含有矿物盐及维生素等多种营养物质，可供炒食、煮食、凉拌、做馅或加工腌菜等，为中国特产蔬菜之一。

2. 白菜(pakchoi non-heading chinese cabbage)

芸薹属芸薹种白菜亚种的一个变种,以绿叶为产品的一二年生草本植物。学名*Brassica chinensis* L., 别名普通白菜、小白菜、青菜、油菜等。染色体数 $2n=2x=20$ 。复总状花序,完全花,花冠黄色,花瓣4,四强雄蕊。我们观察了二倍体和四倍体白菜。

(1) 白菜(2x)

花粉长球形,极轴长 $26.5\mu\text{m} \pm 1.05\mu\text{m}$,赤道轴长 $19.65\mu\text{m} \pm 1.18\mu\text{m}$,P/E为1.35。极面观3裂片状,赤道面观椭圆形。具3沟,沟长达两极。外壁具清楚的网状雕纹,网眼分布均匀,大小不等,形状不规则,密度约0.49个/ μm^2 。多数网眼内有穿孔。网脊表面平滑连续,内侧有少量疣状突起(图3)。

(2) 白菜(4x)

由二倍体白菜经河北农业大学人工诱变加倍而成,染色体数 $2n=4x=40$ 。花粉长球形,极轴长 $43.25\mu\text{m} \pm 2.67\mu\text{m}$,赤道轴长 $27.75\mu\text{m} \pm 1.43\mu\text{m}$,P/E为1.56。具3沟,沟长几乎达两极,沟内充满颗粒,无沟膜。花粉外壁具清楚的网状雕纹,网眼大小、形状不一,分布较均匀,密度约0.38个/ μm^2 。网脊平滑连续,网脊内侧具槌状或粒状突起。与二倍体比较,四倍体的花粉显著变大,网眼密度降低,沟内具颗粒,花粉整齐度差(图4)。

白菜原产中国,由芸薹(*B.campestris* L.)演化而来,中国各地普遍栽培,长江以南为主要产区。20世纪70年代后,中国北方栽培面积也迅速扩大。

白菜以绿叶为食,每100g鲜菜中含水分93~95g,碳水化合物2.3~3.2g,蛋白质1.4~2.5g,维生素C30~40mg,纤维素0.6~1.4g及其他维生素和矿物质。可炒食、作汤、腌渍等。

3. 紫菜薹(zicaitai)

芸薹属芸薹种白菜亚种的一个变种,能形成柔嫩花薹的一二年生草本植物。学名*Brassica campestris* L.var.*pupurarea* Bailey,染色体数 $2n=2x=20$ 。别名红菜薹。总状花序,完全花,花冠黄色,四强雄蕊。我们观察了二倍体和四倍体紫菜薹。

(1) 紫菜薹(2x)

花粉长球形,极轴长 $38.1\mu\text{m} \pm 1.26\mu\text{m}$,赤道轴长 $22.8\mu\text{m} \pm 0.67\mu\text{m}$,P/E为1.67。具3沟,沟长达两极。花粉外壁表面具清晰的网状雕纹。网脊表面平滑连续。网脊内侧具粒状或疣状突起。网眼分布均匀,大小不一致,呈不规则形。网眼密度约0.32个/ μm^2 (图5)。

(2) 紫菜薹(4x)

由二倍体紫菜薹经河北农业大学人工诱变加倍而成,染色体数 $2n=4x=40$ 。花粉长球形,极轴长 $46.68\mu\text{m} \pm 2.64\mu\text{m}$,赤道轴长 $28.42\mu\text{m} \pm 0.76\mu\text{m}$,P/E为1.64。极面观3裂片状,赤道面观椭圆形。具3沟,沟长几乎达两极。花粉外壁表面具清楚的网状雕纹。网眼大小不等,呈不规则形,密度约0.28个/ μm^2 。与二倍体比较,四倍体的花粉显著变大,网眼密度降低,网眼内颗粒增多,花粉整齐度差(图6)。

紫菜薹原产中国，由芸薹演化而来。紫菜薹主要分布在中国长江流域，以湖北武汉和四川成都栽培较多。北京、台湾等地也有栽培，日本有少量栽培。

花薹供熟食，鲜嫩味美，每100g鲜菜薹含水分92~92.5g，蛋白质1.3~2.1g，碳水化合物1.4~4.2g，还含有维生素66~68mg和多种矿物质。

4. 菜心(false pakchoi)

芸薹属芸薹种白菜亚种中以花薹为产品的变种，一二年生草本植物。学名 *Brassica parachinensis* L.H.Bailey(syn.*B.campestris* L.ssp *chinensis* var.*untilis* Tsen et Lee), 又称菜薹，古称薹心菜。染色体数 $2n=2x=20$ 。复总状花序，完全花，花冠黄色，花瓣4，四强雄蕊。我们观察了二倍体菜心和四倍体菜心。

(1) 菜心(2x)

花粉长球形，极轴长 $32.4\mu\text{m} \pm 0.35\mu\text{m}$ ，赤道轴长 $25.1\mu\text{m} \pm 21\mu\text{m}$ ，P/E为1.29。具3沟，沟长达两极。外壁表面具清楚的网状雕纹。网眼分布均匀，大小不等，形状不规则。网眼密度约0.48个/ μm^2 。网脊表面平滑连续，网脊内侧有少量疣状突起(图7)。

(2) 菜心(4x)

四倍体菜心由二倍体菜心经河北农业大学人工诱变而成，染色 $2n=4x=40$ 。花粉长球形，极轴长 $40.8\mu\text{m} \pm 0.59\mu\text{m}$ ，赤道轴长 $31.8\mu\text{m} \pm 0.47\mu\text{m}$ ，P/E为1.28。具3沟，沟长达两极。花粉外壁表面具清楚的网状雕纹。网眼分布均匀，大小不等，呈不规则形。网眼密度约0.26个/ μm^2 。网眼内具颗粒。网脊表面平滑连续，网脊内侧具疣状突起(图8)。

菜心原产中国，由白菜易抽薹材料经选择和栽培驯化而来。主要分布于广东、广西以及台湾、香港和澳门等地。近年北方各地亦有少量栽培。

菜心以花薹为食，质地柔嫩，色味俱佳，可炒食或凉拌。每100g鲜菜中含水分94~95g，碳水化合物0.72~1.08g，维生素C34~39mg。

5. 结球甘蓝(cabbage)

芸薹属甘蓝种中顶芽或腋芽能形成叶球的一个变种，为二年生草本植物。学名 *Brassica oleracea* var.*capitata* L.，别名洋白菜、包菜、圆白菜、卷心菜、莲花白、椰菜等。染色体数 $2n=2x=18$ 。复总状花序，完全花，花瓣4，花冠黄色，四强雄蕊。

花粉长球形，极轴长 $25.84\mu\text{m} \pm 1.98\mu\text{m}$ ，赤道轴长 $15.87\mu\text{m} \pm 0.83\mu\text{m}$ ，P/E为1.63。极面观3裂圆形，赤道面观椭圆形。具3沟，沟长达两极。沟界极区小，沟内具颗粒状物。外壁表面具清楚的网状雕纹，网眼分布均匀，大小不等，呈不规则形；网眼密度约0.82个/ μm^2 。网眼内无突起物。网脊呈螺旋状，网脊表面有少量中间具小孔的扁球状颗粒(图9)。

甘蓝起源于地中海至北海沿岸，由不结球野生甘蓝演化而来。16世纪传入中国。世界各地普遍栽培，中国各地均有种植。

甘蓝以叶球为食，每100g鲜菜含水分93.7~94.4g，碳水化合物2.7~3.4g，粗蛋白1.1~1.6g，粗纤维0.5~1.1g，维生素C38~41mg等。可炒食、煮食、凉拌、腌渍或制干菜。

6. 花椰菜(cauliflower)

芸薹属甘蓝种中以花球为产品的一个变种,一二年生草本植物。学名*Brassica oleracea* var. *botrytis* L., 别名花菜、菜花。染色体数 $2n=2x=18$ 。复总状花序,完全花,花冠黄色或乳黄色,四强雄蕊。

花粉粒长球形,极轴长 $29.1\mu\text{m} \pm 1.63\mu\text{m}$,赤道轴长 $15.5\mu\text{m} \pm 0.47\mu\text{m}$,P/E为1.87。极面观3裂片状,赤道面观椭圆形。具3沟,沟长达两极,沟界极区小。外壁表面具清楚的网状雕纹。网眼分布均匀一致,大小不等,呈不规则形。网眼密度约 1.03 个/ μm^2 。网脊表面平滑连续,网脊内侧有少量疣状突起(图10)。

花椰菜由甘蓝(*B.oleracea* L.)演化而来。演化中心在地中海东部沿岸。19世纪中叶传入中国。世界各地广泛栽培,中国各地均有种植。

花椰菜以花球供食,每100g鲜嫩花球含水量约92.6g,蛋白质2.4g,碳水化合物3.0g,维生素C88mg,以及其他维生素和矿物质。以炒食为主。

7. 青花菜(broccoli)

芸薹属甘蓝种中以绿或紫色花球为产品的一个变种,一二年生草本植物。学名*Brassica oleracea* L.var.*italica* Planch, 别名绿菜花、意大利芥蓝等。染色体数 $2n=2x=18$ 。复总状花序,完全花,花瓣4,浅黄色,四强雄蕊。

花粉粒长球形,极轴长 $30.71\mu\text{m} \pm 2.03\mu\text{m}$,赤道轴长 $16.5\mu\text{m} \pm 1.5\mu\text{m}$,P/E为1.86。极面观3裂片状,赤道面观椭圆形。具3沟,沟长达两极。外壁表面具清楚的网状雕纹,网眼分布均匀,大小不等,形状不规则。网眼密度约 0.79 个/ μm^2 。网脊表面平滑连续。网脊内侧和网眼内有模糊的疣状突起(图11)。

青花菜由甘蓝演化而来,演化中心为地中海东部沿岸地区。青花菜栽培历史较短,英国、意大利、法国、荷兰等广为种植。19世纪末20世纪初传入中国,现在南北各地都有栽培。

青花菜以绿花球为产品,每100g花球含水量89g左右,蛋白质3.6g左右,碳水化合物5.9g,维生素C约113mg以及一些矿物质。可炒食或凉拌等。

8. 球茎甘蓝(kohlrabi)

芸薹属甘蓝种中能形成肉质茎的变种,二年生草本植物。学名*Brassica caulorapa* Pasq., 别名茺蓝、擘蓝、玉蔓菁等。染色体数 $2n=2x=18$ 。复总状花序,完全花,萼片4,绿色;花瓣4,黄色,十字形排列,四强雄蕊。

花粉长球形,极轴长 $34.2\mu\text{m} \pm 1.24\mu\text{m}$,赤道轴长 $19.5\mu\text{m} \pm 0.65\mu\text{m}$,P/E为1.75。具3沟,沟长达两极。花粉外壁表面具清晰的网状雕纹。网脊表面平滑连续,网脊内侧有少量

粒状或疣状突起。网眼分布均匀，大小不一致，形状不规则。网眼密度约 0.46 个/ μm^2 。(图12)。

球茎甘蓝原产地中海沿岸，由叶用甘蓝演变而来。在德国栽培最为普遍。16世纪传入中国，现在全国各地均有栽培。

球茎甘蓝肉质茎脆嫩，可鲜食、熟食或腌制。每100g鲜产品含水分91~94g，维生素C34~64mg，粗蛋白1.4~2.1g，碳水化合物2.8~5.2g。

9. 芥蓝(kailan)

芸薹属中以花薹为产品的一二年生草本植物。学名 *Brassica alboglabra* L.H.Bailey, 别名白花芥蓝。染色体数 $2n=2x=18$ 。复总状花序，完全花，花白色，花瓣4，四强雄蕊。

(1) 芥蓝(2x)

花粉长球形，极轴长 $34.21\mu\text{m} \pm 0.94\mu\text{m}$ ，赤道轴长 $19.12\mu\text{m} \pm 0.74\mu\text{m}$ ，P/E 为 1.79。极面观3裂片状，赤道面观椭圆形，具3沟，沟长达两极，沟较宽。花粉外壁具清楚的网状雕纹。网眼分布均匀，大小不等，呈不规则形。网眼密度约 0.51 个/ μm^2 。网脊表面平滑连续，网脊内侧具模糊的疣状突起(图13)。

(2) 芥蓝(4x)

由二倍体芥蓝经河北农业大学人工诱变加倍而成，染色体数 $2n=4x=36$ 。花粉长球形，两端较平钝，极轴长 $45.35\mu\text{m} \pm 1.82\mu\text{m}$ ，赤道轴长 $28.15\mu\text{m} \pm 1.79\mu\text{m}$ ，P/E 为 1.62。距3沟，沟长几乎达两极。花粉外壁具清楚的网状雕纹。网眼大小不等，形状不规则。网眼密度约 0.34 个/ μm^2 。网脊平滑，少数网眼内具颗粒状物。花粉整齐度差(图14)。

芥蓝起源于中国南部，为中国特产蔬菜，主要分布在广东、广西、福建和台湾等省(区)。中国的北京、上海、南京、杭州等地有少量栽培，已传入日本、东南亚各国以及欧、美、大洋洲。

芥蓝以肥嫩的花薹和嫩叶供食用，质脆嫩，清甜。每100g产品中含水分92~93g，维生素C51~68.8mg，还含有蛋白质、碳水化合物和矿物质。可炒食或凉拌。

10. 根芥菜(root mustard)

芸薹属芥菜种中以肉质根为产品的一个变种，一二年生草本植物。学名 *Brassica juncea* Coss. var. *megarrhiza* Tsen et Lee, 别名大头菜、疙瘩菜。染色体数 $2n=4x=36$ 。复总状花序，完全花，花瓣4，黄色，四强雄蕊。

花粉长球形，极轴长 $40.29\mu\text{m} \pm 0.63\mu\text{m}$ ，赤道轴长 $20.46\mu\text{m} \pm 0.35\mu\text{m}$ ，P/E 为 1.97。极面观3裂片状，赤道面观椭圆形。具3沟，沟长达两极，沟较宽、平直。外壁表面具清晰的网状雕纹。网眼较大，形状和大小不一致，分布均匀，密度约 0.25 个/ μm^2 。网眼内具1~2个清晰的颗粒。网脊表面平滑连续，少数网眼的脊内侧具疣状突起(图15)。

根芥菜原产中国，主要分布在云南、贵州、四川、湖北、辽宁等省。

根芥菜以肉质根为产品，每100g鲜菜中含水分89.5g，蛋白质1.2g，碳水化合物6.1g，粗纤维2.1g，维生素C44mg左右，以及其他维生素和矿物质，以腌渍为主。

11. 叶芥菜(leaf mustard)

芸薹属芥菜种中以叶或叶球为产品的一类蔬菜，一二年生草本植物。学名 *Brassica juncea* Coss.var.*multiceps* Tsen et Lee, 别名青菜、辣菜、春菜、雪里蕻等。染色体数 $2n=4x=36$ 。复总状花序，完全花，花冠黄或白色，花瓣4，四强雄蕊。

花粉长球形，极轴长 $37.78\mu\text{m} \pm 2.15\mu\text{m}$ ，赤道轴长 $19.41\mu\text{m} \pm 0.97\mu\text{m}$ ，P/E为1.95。极面观3裂片状，赤道面观椭圆形。具3沟，沟长达两极，沟界极区小。外壁表面具清楚的网状雕纹，网眼较根芥菜小，分布均匀，形状和大小不一致，密度约0.64个/ μm^2 。多数网眼内具颗粒。网脊表面平滑连续，少数网眼的脊内侧具疣状突起(图16)。

叶芥菜原产中国，分布于南北各地，主要在广东、广西、四川、湖北、福建、河北等省(区)栽培。

叶芥菜以叶或叶球为产品，每100g鲜菜中含水分91~95g，蛋白质0.9~2.8g，及其他维生素和矿物质。可供炒食或加工。

12. 子芥菜(seed mustard)

芸薹属芥菜种中以种子为产品的一个变种，一年生草本植物。学名 *Brassica juncea* Coss.var.*gracilis* Tsen et Lee, 别名蛮油菜、辣油菜、大油菜等。染色体数 $2n=4x=36$ 。复总状花序，完全花，花瓣4，浅黄色，四强雄蕊。

花粉粒长球形，极轴长 $40.50\mu\text{m} \pm 1.71\mu\text{m}$ ，赤道轴长 $21.72\mu\text{m} \pm 0.92\mu\text{m}$ ，P/E为1.86。极面观3裂片状，赤道面观椭圆形。具3沟，沟长达两极。外壁表面具清楚的网状雕纹，网眼分布均匀，大小不一致，形状不规则。网眼分布较均匀，密度约0.15个/ μm^2 。网脊表面平滑连续，内侧多具刺状或柱状突起(图17)。

子芥菜原产中亚、东欧及印度。中国为第二起源中心，各地普遍种植。种子用于榨油、制芥末和咖喱。含硫代葡萄糖苷及其水解产物烯丙基异硫氰酸盐和羟苜基异硫氰酸盐，具特殊的辛辣味。

13. 萝卜(radish)

萝卜属能形成肥大肉质根的二年生草本植物。学名 *Raphanus sativus* L., 别名菜菔、芦菔，染色体数 $2n = 2x = 18$ 。复总状花序，完全花，花瓣4，白、粉红或淡紫色，四强雄蕊。萝卜主要分为中国萝卜和四季萝卜等。

(1) 中国萝卜(*R.sativus* L.var.*longipinnatus* Bailey)

花粉长球形，极轴长 $30.02\mu\text{m} \pm 0.53\mu\text{m}$ ，赤道轴长 $16.67\mu\text{m} \pm 0.41\mu\text{m}$ ，P/E为1.81。

极面观3裂片状，赤道面观椭圆形。具3沟，沟长达两极，外壁表面具清楚的网状雕纹，网眼大小和形状不一致，分布均匀，密度约0.65个/ μm^2 ，少数网眼内具颗粒。网脊表面平滑连续，内侧具模糊的槌状或疣状突起(图18)。

(2) 四季萝卜 (*R. sativus* L. var. *radiculus* Pers.)

花粉长球形，极轴长 $26.58\mu\text{m} \pm 1.25\mu\text{m}$ ，赤道轴长 $17.64\mu\text{m} \pm 0.34\mu\text{m}$ ，P/E为1.45，极面观3裂片状，具3沟，沟界极区小，沟内具颗粒，外壁表面具清楚的网状雕纹，网眼大小不等，呈不规则形。网眼密度约0.72个/ μm^2 。网脊表面光滑，内侧有疣状突起。观察样本为保定小红萝卜(图19)。

(3) 算盘子小萝卜

花粉长球形，极轴长 $39.43\mu\text{m} \pm 1.64\mu\text{m}$ ，赤道轴长 $26.29\mu\text{m} \pm 0.77\mu\text{m}$ ，P/E为1.50，极面观3裂片状，赤道面观椭圆形。具3沟，沟长达两极。外壁表面具清楚的网状雕纹，网眼大小不一致，形状不规则。网眼分布均匀，密度约0.33个/ μm^2 。网脊表面光滑连续，内侧具槌状或疣状突起(图20)。

萝卜的起源有多种说法，一般认为萝卜的原始种起源于欧亚温暖海岸的野萝卜 (*Raphanus raphanistrum* L.)。萝卜是世界上古老的栽培作物之一，世界各地都有种植，尤以中国、日本、朝鲜栽培普遍。

萝卜以肥大肉质根为产品，每100g新鲜产品含水分87~95g，糖1.5~6.4g，纤维素0.8~1.7g，维生素C8.3~29.0mg。可生食、炒食、腌渍、干制等。

14. 荠菜 (shepherdspurse)

荠菜属中以嫩叶食用的栽培种，一二年生草本植物。学名 *Capsella bursapastoris* (L.) Medic., 别名护生草、菱角菜。染色体数 $2n = 4x = 32$ 。总状花序顶生和腋生。花小、白色、两性、萼片4。

花粉粒长球形，极轴长 $28.25\mu\text{m} \pm 1.12\mu\text{m}$ ，赤道轴长 $16.8\mu\text{m} \pm 0.8\mu\text{m}$ ，P/E为1.68，极面观3裂片状，赤道面观椭圆形。具3沟，沟长达两极，沟界极区小，沟区具少量颗粒。外壁表面具清楚的网状雕纹，网眼大小不等，形状不规则，网眼密度约0.75/ μm^2 。网脊表面平滑，少数网眼的脊内侧有疣状突起(图21)。

荠菜原产中国，遍布世界温带地区。中国自古采集野生荠菜食用。现在长江中下游地区栽培较多。

荠菜以嫩叶为食，营养丰富，并有利尿、止血、清热及明目的功效。

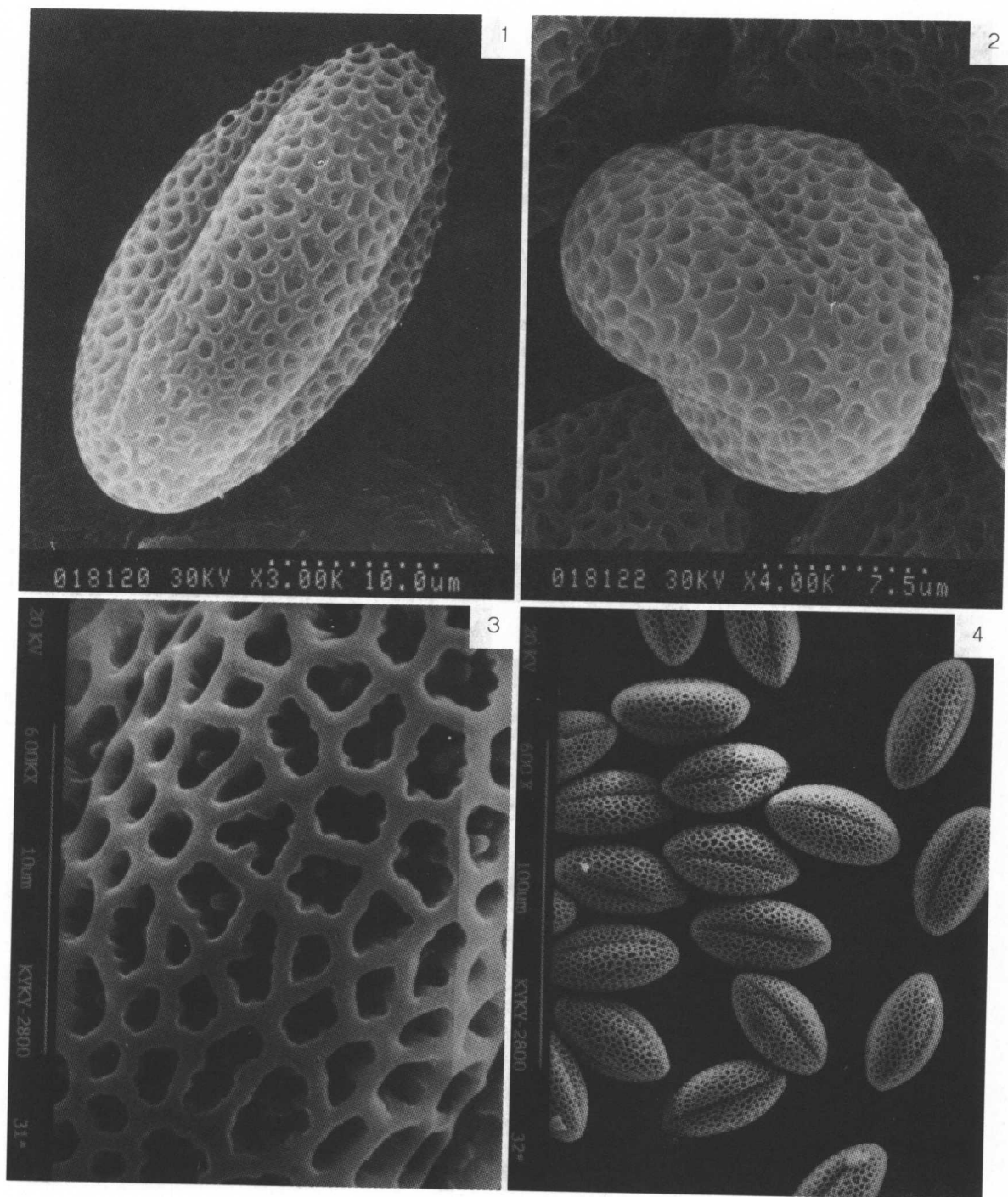


图 1 大白菜 (2x)

英文名称: chinese cabbage

学名: *Brassica pekinensis* (Lour) Rupr.

1. 赤道面观 2. 极面观 3. 局部放大
4. 花粉群体