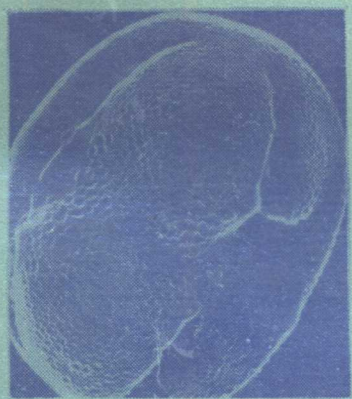


# 花粉营养成分与 花粉资源利用

NEUTRITIOUS COMPONENTS OF  
POLLEN AND UTILIZATION OF  
POLLEN RESOURCE

王开发等 著



● 复旦大学出版社

上海市科委自然科学基金资助项目

# 花粉营养成分与花粉资源利用

NUTRITIONAL COMPONENTS OF POLLEN AND UTILIZATION  
OF NATURAL RESOURCES OF POLLEN

王开发 等著

WANG KAIFA *etc.*

复旦大学出版社

## 内 容 提 要

本书系上海市科委自然科学基金资助项目“蜜源花粉资源与营养成分研究”的总结，初步查明了我国主要蜜源植物的数量和分布，估算了我国蜂产花粉的资源量，筛选和收集了近50种花粉，进行了氨基酸总量、游离氨基酸、磷脂、糖类、维生素、核酸、酶类、矿物元素、黄酮类、胡萝卜素、生长素、雌二醇等营养成分和花粉团纯度测试，以及花粉粒形态观察。同时，对花粉资源的应用进行了多方面研究和探讨。本书可供食品、医药、化妆品、饲料添加剂工业和种植业、养蜂业、生物学、孢粉学、生物化学等方面的工作人员参考，属于基础性研究但具有实用价值。

(沪)新登字202号

### 花粉营养成分与花粉资源利用

王开发 等著

复旦大学出版社出版

(上海国权路579号)

新华书店上海发行所发行 上海译文印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张6.5 字数167千

1993年2月第1版 1993年2月第1次印刷

印数1—2500

ISBN 7-309-00848-0/Q·34

定价：6.20元

# 目 录

1. 蜜源花粉资源与营养成分研究  
.....王开发、张玉兰、蒋辉、吴国瑄、蒋滢、黄美英 (1)
2. 花粉中的胡萝卜素及我国蜂花粉的胡萝卜素分析.....王开发、袁秀娟、李 力 (53)
3. 花粉中的植物生长调节激素 (综述) .....王开发、张玉兰 (57)
4. 花粉抗辐射效应研究  
.....蒋 滢、朱贻伯、黄美英、殷志伟、方几希、范秀娣、王开发、张玉兰、蒋 辉 (59)
5. 黑松花粉治疗便秘的可能机制  
.....端木肇夏、潘慧、汪一汗、蒋 滢、黄美英、王开发 (68)
6. 蜂花粉的临床观察报告.....蒋 辉、包信一、周先丁 (73)
7. 花粉添加剂饲喂黑白花母犊奶牛试验报告  
.....王开发、张玉兰、蒋 辉、葛家福、施霞美、杨存华 (77)
8. 花粉添加剂饲喂黑白花泌乳母牛试验报告  
.....王开发、张玉兰、蒋 辉、葛家福、施霞美、刘文忠、杨存华 (80)
9. 花粉是营养型膏霜类化妆品最好的添加剂 (摘要)  
.....王开发、张玉兰、蒋 辉、吴国瑄、罗 倩 (83)
10. 我国某些蜜源植物花粉形态研究.....张玉兰、王开发、蒋 辉 (84)

## 附 录

- 花粉中的酶.....同济大学花粉应用研究中心 (95)

## CONTENTS

1. Studies on Natural Resoures and Nutritional Components of Pollen  
..... Wang Kaifa, Zhang Yulan, Jiang Hui,  
Wu Guoxuan, Jiang Ying and Huang Meiyong(1)
2. Carotene in Pollen and Analysis on Carotene in Bee Pollen in China  
..... Wang Kaifa, Yuan Xinjuan and Li Li(53)
3. Plant-Growth Regulating Hormone in Pollen (review).  
..... Wang Kaifa and Zhang Yulan(57)
4. Studies on Antiradioactive Effect of Pollen.....Jiang Ying Zhu Gengbo,  
Huang Meiyong, Yin Zhiwei, Fang Jixi, Fan Xiudi,  
Wang Kaifa, Zhang Yulan and Jiang Hui(59)
5. An Experimental Study on Possible Mechanism of Treating Constipation  
with *Pinus thubergii* Pollen.....Duanmu Zhaoxia, Pan Hui,  
Wang Yihan, Jiang Ying, Huang Meiyong and Wang Kaifa(68)
6. Report of Clinical Observation of Bee Pollen..... Jiang Hui, Bao Xinyi  
and Zhou Xianding(73)
7. Testing Report of Pollen Additives for White and Black Calf Cows  
..... Wang Kaifa, Zhang Yulan, Jiang Hui,  
Ge Jiafu, Shi Xiamei and Yang Chenghua(77)
8. Testing Report of Pollen Additives for White and Black Cows of Secreting Milk  
..... Wang Kaifa, Zhang Yulan, Jiang Hui, Ge Jiafu,  
Shi Xiamei, Liu Wenzhong and Yang Chenghua(80)
9. Pollen Is the Best Additives for Cosmetics of Nutritional Type (Abstract)  
..... Wang Kaifa, Zhang Yulan, Jiang Hui, Wu Guoxuan and Luo Qian(83)
10. Studies on Some Nectar Source Pollen Morphology in China  
..... Zhang Yulan, Wang Kaifa and Jiang Hui(84)

### Addendum

- Enzymes in Pollen .....Research Center of Pollen Applying  
of Tongji University(95)

# 1. 蜜源花粉资源与营养成分研究

王开发 张玉兰 蒋辉 吴国璋

(同济大学花粉应用研究中心)

蒋滢 黄美英

(苏州医学院生物化学教研室)

## 一、我国蜜源花粉资源

### 1. 我国丰富的蜜源植物花粉

我国自然条件复杂，地形多样，既有巍峨的高山、壮阔的高原、起伏的丘陵、巨大的盆地，也有极目千里的大草原；气候环境有从四季分明的黑龙江到常年如夏的海南岛，地跨寒带、寒温带、温带、亚热带和热带的五个气候带，也有干燥的大陆性气候。复杂的自然条件就决定了我国植物种类繁多，已知全国植物种类达3.5万多种，其中被子植物近3万种，可见我国植物花粉资源十分丰富。植物花粉的传播方式有两类：一种以风传播，称风媒花粉；一种是靠昆虫传播，称虫媒花粉。蜜蜂所采集的花粉多为虫媒花粉，亦称蜜源花粉；目前花粉资源的开发，多是蜜源植物花粉。我国蜜源植物丰富多采，据初步调查目前已查明的蜜源植物约9857种，分属于110科394属，有林木、果树、作物、蔬菜、牧草、花卉等类型。

我国耕地约有 $1 \times 10^8$ ha，其中油菜 $4 \times 10^6$ ha，几乎分布于全国，冬油菜分布于长江流域及其以南地区，春油菜分布于西北、华北和东北等地，是我国主要的蜜源花粉。棉花和芝麻约 $0.67 \times 10^7$ ha，主要分布于华北、华东和西北，其花期长。紫云英是我国重要的作物蜜源植物花粉之一，主要分布于南方各省区，以长江中下游的面积最大而集中。草木犀、紫苜蓿各有 $6.7 \times 10^5$ ha，主要分布于东北、内蒙古和西北各地。荞麦有 $1 \times 10^6$ — $1.3 \times 10^6$ ha，主要分布于东北、内蒙古和西北，是秋春重要的蜜源植物花粉。向日葵有 $1.3 \times 10^6$ ha，分布于东北三省、内蒙古、山西、陕西、宁夏、甘肃、新疆、河北、山东等地。还有大量的瓜类、蔬菜的蜜源植物花粉。在 $7.3 \times 10^7$ ha的森林中，有许多蜜源树种。例如，东北地区的椴树 $3.3 \times 10^5$ ha，这是我国重要的林木蜜源树种；中部地带的刺槐约 $1 \times 10^6$ ha，乌柏近 $1.2 \times 10^6$ ha，枣树约 $4 \times 10^5$ ha，那是夏季主要蜜源花粉；桉树约 $3.3 \times 10^5$ ha，多分布于广东雷州半岛和广西南部等地。东南沿海的荔枝、龙眼约 $6.7 \times 10^4$ — $1 \times 10^5$ ha。还有太行山的荆条漫山遍野、亚热带的柃木、水棉树、杜英，寒温带的胡枝子等都是大宗的林木蜜源植物花粉来源。在 $3.33 \times 10^8$ ha的草原上，生长着丰富多采的蜜源植物，如天山和阿尔泰山的荆芥、牛至、新塔花、老鹳草等构成秋季的主要蜜源植物花粉的来源，天山、祁连山和六盘山区的香薷属各种数量极多，青藏高原的瑞荃草、云贵高原的野坝子、香茶菜等为我国西南部秋冬主要蜜源植物花粉来源，还有黄土高原的百里香，沙荒草原的老瓜头等（参见表1-1）。

表1-1 我国主要蜜源植物种植面积与分布表

名 称	种植面积 × 10 <sup>4</sup> ha	分 布 地 区
玉 米	1769.4	全国均有分布, 主要分布于黑龙江、吉林、辽宁、河北、山东、河南、四川、陕西等省
高 粱	193.7	主要分布于辽宁、吉林、黑龙江、山东、河北、河南、山西、内蒙古等地
油 菜	449.4	冬油菜分布在长江流域及其以南地区; 春油菜分布于西北、华北和东北等地
柑 桔	29.1	大体分布于北纬19°—37°之间, 主要分布于四川、广东、广西、福建、江西、湖南、湖北、浙江等省
荔 枝	4.7	福建、广东、广西、云南、海南、台湾、四川省等
龙 眼	2.4	福建、广东、海南、广西、四川、台湾、云南等省
刺槐 (洋槐)	100.5	主要分布于长江以北、长城以南地区。主产区: 山东、河北、河南、辽宁(辽东半岛)、江苏北部、安徽北部、陕西北部、甘肃东部等地
乌 柏	119.9	主要分布于北纬18°—36°, 东经99°—121°的广大区域内。主产区: 湖北、贵州、云南、四川、贵州、广东、广西、福建、江西、浙江、安徽和河南
狼 牙 刺	16.7	陕西、甘肃、山西、四川、云南等省
桉 树	17.6	广东、海南、台湾、广西、云南、四川、福建等省
茗 子	38.2	江苏、山东、安徽、陕西、四川、云南、贵州等省
枣 树	45.6	山东、北京、河南、河北、陕西、甘肃东部、山西、江苏北部
紫 苜 蓿	66.4	陕西、甘肃、宁夏、内蒙古、山西、山东、新疆等省区
草 木 樨	76.5	辽宁、吉林西部、黑龙江、新疆、甘肃、宁夏、陕西、内蒙古、河北、河南、安徽北部、四川西部
椴 树	32.7	黑龙江、吉林的山地林区
荆 条	616	辽宁西北部、北京、河北北部、山西、陕西、甘肃、云南等地
芝 麻	78.2	河南、湖北、安徽、江西、河北、山东等地
棉 花	472.4	山东、河南、河北、山西、陕西、新疆、四川、江西、湖北、浙江、安徽、上海、江苏等地
香 蓍	20	宁夏、青海、甘肃、新疆、四川、云南等地
胡 枝 子	46.7	黑龙江、吉林、辽宁山区
向 日 葵	147.4	黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、山西、陕西、宁夏、甘肃、新疆、河北、天津、山东等地
野 坝 子	44.7	云南、四川、贵州等地
莽 麦	123.3	甘肃、宁夏、陕西、内蒙古、山西、辽宁、吉林、黑龙江、河北、湖北、江西、安徽等省区
枧 木	400	主要分布于长江以南地区。主产地: 江西、湖南、湖北、贵州、福建、广东、广西、浙江、四川、云南
八叶五加 (鸭脚木)	123.3	广东、福建、广西、海南、云南、台湾

花粉虽小,但其产量十分惊人。1株玉米可产5000万粒花粉、1株大麻可产5亿粒,1棵山毛榉能散发204.5亿粒。艾德曼曾估计法国南部云杉每年可产花粉5kt。浙江舟山林业科研所研究人工采集黑松花粉,经对舟山地区进行调查,每年可产黑松花粉3kt以上,可见全国花粉资源是多么丰富。

## 2. 我国蜂产花粉资源的估算

我国蜜源植物花粉,不仅种类多,分布面积广,而且四季都有开花。油菜花期由南往北,自1月能开至6—7月,荞麦花期由北往南从8月能开至11月。在北方已是严冬腊月,而在南方仍是百花齐放。如此丰富的蜜源植物和漫长的花期,为蜂群的饲养、花粉资源的开发提供了优越的条件。

目前国内外花粉的生产,多是利用蜜蜂采集,因此,根据养蜂的群数可以推断可产的花粉资源量。我国近年来养蜂业有了较大的发展,据1989年的统计,全国已有约800万蜂群,每箱蜂群每年可产花粉3—30kg,如以低产量计算,全年可产2400万kg,若能达到每年每群蜂生产30kg,全国则可生产花粉24000万kg,每kg花粉价格在10—20元之间浮动,可见花粉生产的经济效益是相当可观的。而且,花粉生产不与农业争地,投资又少,年年花开花落,取之不尽,确是一种非常丰富而有潜力的食物资源。

从全国蜂群数量的分布来看(图1-1),以四川(132.4万群)、浙江(112.9万群)、云南(89万群)最多,三省约占全国的2/5,其次为湖北(44万群)、江苏(35万群)、河南(37.3万群)、陕西(30.6万群),而安徽(27.4万群)、广东(27万群)、甘肃(26.3万群)、江西(24.4万群)、河北(22.9万群)、湖南(22.4万群)、福建(19.8万群)、贵州(18万群)、黑龙江(13.9万群)、山东(13.7万群)、山西(13.6万群)等数量也较多,数量最少者是青海(0.2万群)、西藏(0.2万群)。

上述数字可以反映我国各省(区)、市的可能蜂产花粉生产量,但不能完全代表花粉潜在的资源量。如浙江的蜂群有100多万群,却有相当数量在外地放养,每年蜂农到西北、东北、西南各地放养生产花粉,不少花粉就地生产出售,而蜜源植物丰富的西北、东北蜂群并不太多,这和各省(区)、市的养蜂历史、放养习惯与经验等有关。

上海市的蜂群据统计约2.6万群,分布于郊区各县(图1-2),主要是金山(8421群)、奉贤(4560群)、南汇(3856群)、崇明(3268群)、松江(3340群)、川沙(2471群),而青浦(360群)、上海(284群)、嘉定(276群)、宝山(60群)甚少。根据上述数字上海每年可生产花粉 $7.8 \times 10^4$ — $78 \times 10^4$ kg,亦有相当可观的经济效益。

## 二、我国蜜源花粉营养成分分析

花粉营养成分十分丰富,在国际上被称为“完全营养品”,是一种高级天然营养素,在国内外已被广泛地开发与利用。花粉营养成分的研究是花粉开发与利用的基础,我国的蜜源花粉虽有部分种类曾进行过营养成分分析,但既不全面又不系统,本项研究对我国近50种蜜源花粉进行氨基酸总量、游离氨基酸、糖类、磷脂、维生素(A·B·C·E·D·P·K)、酶、核酸、胡萝卜素、黄酮素、常量与微量元素、生长素、雌二醇等测试,获得2000多个分析数据,其中如磷脂、核酸、胡萝卜素、生长素、雌二酸等都是我国花粉成分分析首次所得的测试数据,这么多花粉的游离氨基酸、酶的测试,在我国亦属首次。



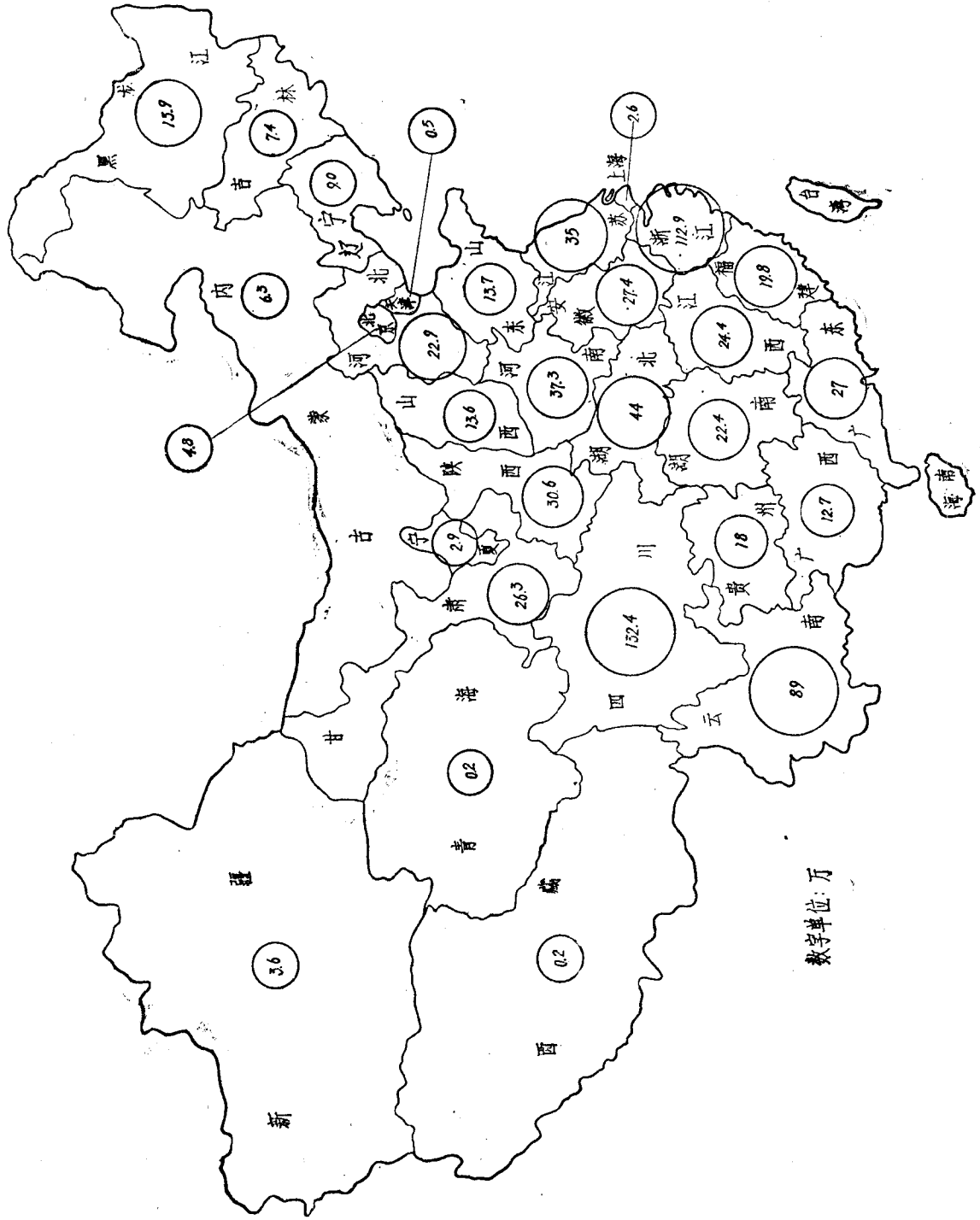


图1-1 全国蜂群数量分布图

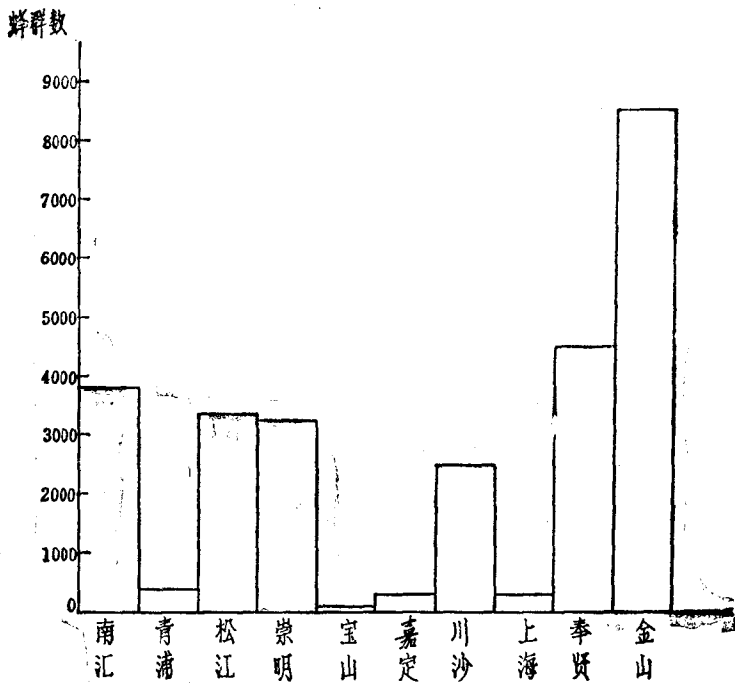


图1-2 上海市郊县蜂群数量图

本次研究的花粉有山里红(*Crataegus pinnatifida*)、油菜(*Brassica campestris*)、紫云英(*Astragalus sinicus*)、垂柳(*Salix babylonica*)、黄瓜(*Cucumis sativus*)、苹果(*Malus pumila*)、沙梨(*Pyrus pyrifolia*)、飞龙掌血(*Toddalia asiatica*)、木豆(*Cajanus cajan*)、向日葵(*Helianthus annuus*)、板栗(*Castanea mollissima*)、腊烛果(*Aegiceras corniculatum*)、荞麦(*Fagopyrum esculentum*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、香薷(*Elsholtzia ciliata*)、蒲公英(*Taraxacum mongolicum*)、色树(*Acer mono*)、玉米(*Zea mays*)、泡桐(*Paulownia fortunei*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、乌桕(*Sapium sebiferum*)、糠椴(*Tilia manschurica*)、芝麻(*Sesamum orientale*)、茶花(*Camellia sinensis*)、野菊(*Chrysanthemum indicum*)、芸芥(*Eruca sativa*)、荆条(*Viter negundo L. Var heterophyllia*)、蚕豆(*Vicia faba*)、田青(*Sesbania cannabina*)、黑松(*Pinus thunbergii* 风媒花粉)、胡桃(*Juglans regia*)、烟草(*Nicotiana tabacum*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)、罂粟花(*Papaver somniferum*)、草木樨(*Melilotus suaveolens*)、山花(*Changium smyrnioides*)、榔头草(*Prunella vulgaris*)、玫瑰(*Rosa rugosa*)、红豆草(*Onobrychis viciaefolia*)、以及杏花(*Prunus armeniaca*)、党参(*Codonopsis pilosula*)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)、桃花(*Prunus persica*)、老鹳草(*Geranium carolinianum*)、枇杷(*Eriobotrya japonica*)、西瓜(*Citrullus lomatous*)等。

### 1. 氨基酸

蛋白质是细胞的重要成分，是生命的基本物质，是人类营养三大要素之一，具有多种生物学功能。氨基酸是蛋白质的分解产物，是组成蛋白质的基本单位，人类摄食蛋白质的最终目标是取得机体所需的各种氨基酸，氨基酸是维持生命所绝不可缺少的物质。本文除分析氨基酸总量(包含蛋白质的氨基酸残基)外，还单独测试了游离氨基酸，因为游离氨基酸容易被人体所吸收，后者更为重要。

表 1-2 我国蜜源花粉氨基酸总量表

单位: g/100g

氨基酸名称 花粉名称	山里红	紫云英	柳树	黄瓜	苹果	沙梨	飞龙掌血	木豆	板栗	腊烛果
天冬氨酸	1.304	2.96	1.268	2.302	2.56	2.466	1.973	2.114	1.773	2.126
苏氨酸	0.513	1.137	0.493	0.795	1.09	0.926	0.705	0.936	0.765	0.886
丝氨酸	0.543	1.025	0.455	0.744	1.398	0.946	0.736	0.92	0.744	0.911
谷氨酸	1.569	3.334	1.602	2.615	3.062	2.664	2.076	2.517	2.468	2.354
甘氨酸	0.81	1.337	0.626	1.031	1.63	1.062	0.81	1.031	0.985	1.031
丙氨酸	0.851	1.507	0.693	1.118	1.558	1.288	0.948	1.337	1.094	1.239
缬氨酸	0.718	1.56	0.747	1.135	1.261	1.209	0.879	1.326	1.077	1.135
半胱氨酸	0.016	0.016	0.016	0.016	0.05	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
蛋氨酸	0.325	0.112	0.145	0.481	1.124	0.515	0.19	0.369	0.403	0.219
异亮氨酸	0.673	1.403	0.63	0.973	1.081	1.031	0.859	1.131	0.93	1.002
亮氨酸	0.984	2.119	0.939	1.499	1.785	1.62	1.211	1.756	1.453	1.574
酪氨酸	0.477	0.61	0.451	0.742	0.611	0.742	0.557	0.822	0.689	0.663
苯丙氨酸	0.608	1.343	0.512	0.895	1.135	0.991	0.739	1.151	0.895	0.959
赖氨酸	1.123	1.936	0.834	1.412	1.875	1.573	1.198	1.54	1.166	1.401
组氨酸	0.706	0.642	0.369	0.514	0.573	0.546	0.417	0.53	0.466	0.482
精氨酸	0.621	1.384	0.734	1.186	1.158	1.102	0.904	1.158	0.989	2.542
脯氨酸	2.003	3.28	1.312	1.036	2.373	1.934	2.279	4.696	1.727	3.039
总和	13.844	25.703	11.835	18.494	22.75	20.703	16.493	25.982	17.64	21.57

(续表)

氨基酸名称 花粉名称	荞麦	胡枝子	香薷	蒲公英	色树	玉米	泡桐	盐肤木	乌柏
天冬氨酸	1.703	2.76	2.067	1.503	2.466	1.55	1.174	2.208	2.079
苏氨酸	0.644	1.087	0.795	0.631	1.067	0.755	0.523	0.956	0.785
丝氨酸	0.587	1.077	0.771	0.689	1.165	0.762	0.543	1.025	0.893
谷氨酸	3.351	3.105	2.419	1.634	2.909	1.716	1.667	2.811	2.305
甘氨酸	0.741	1.26	0.947	1.008	1.191	0.855	0.642	1.069	0.962
丙氨酸	0.996	1.543	1.179	1.134	1.30	1.118	0.656	1.227	1.081
缬氨酸	0.93	1.524	1.135	0.879	1.282	0.945	0.701	1.209	0.974
半胱氨酸	0.016	0.016	0.016	0.021	0.016	0.016	0.032	0.016	0.016
蛋氨酸	0.09	0.492	0.425	0.075	0.504	0.369	0.291	0.28	0.336
异亮氨酸	0.802	1.288	1.002	0.821	1.131	0.759	0.716	1.045	0.93
亮氨酸	1.181	1.983	1.499	1.251	1.726	1.135	0.999	1.59	1.453
酪氨酸	0.477	0.902	0.689	0.495	0.849	0.583	0.593	0.742	0.663
苯丙氨酸	0.703	1.215	0.895	0.682	1.087	0.671	0.5444	1.247	0.959
赖氨酸	0.481	1.476	0.899	1.697	1.605	1.08	0.963	1.701	1.155
组氨酸	0.369	0.642	0.706	0.749	0.546	0.369	0.353	0.482	0.466
精氨酸	0.65	1.328	0.847	0.64	1.667	0.791	1.243	1.045	0.847
脯氨酸	0.691	4.627	0.829	1.934	2.279	2.831	0.967	4.213	1.105
总和	14.412	26.335	17.12	15.843	22.79	16.305	12.687	22.866	19.232

(续表)

氨基酸名称 花粉名称	椴 树	茶 花	芝 麻	野 菊	芸 芥	油 菜	荆 条	蚕 豆
天冬氨酸	1,515	2,349	2,173	2,466	2,372	2,184	1,337	2,209
苏氨酸	0,664	1,057	0,916	1,157	1,178	0,966	0,51	0,884
丝氨酸	0,744	1,13	1,007	1,323	1,209	0,911	0,431	0,843
谷氨酸	1,807	3,154	2,418	3,22	2,991	2,618	1,479	2,397
甘氨酸	0,771	1,222	1,069	1,298	1,337	1,222	0,757	1,087
丙氨酸	0,887	1,494	1,377	1,531	1,47	1,737	0,781	1,259
缬氨酸	0,784	1,34	1,069	1,348	1,282	1,289	0,782	1,339
半胱氨酸	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,049	0,065
蛋氨酸	0,078	0,056	0,47	0,224	0,515	0,56	0,05	0,416
异亮氨酸	0,716	1,202	0,916	1,202	1,159	1,202	0,714	1,169
亮氨酸	1,105	1,817	1,438	1,892	1,741	1,696	1,012	1,531
酪氨酸	0,477	0,53	0,716	0,61	0,742	0,882	0,398	0,788
苯丙氨酸	0,703	1,151	0,863	1,215	0,742	1,023	0,519	0,996
赖氨酸	0,984	1,701	1,401	1,84	1,087	1,776	1,009	1,309
组氨酸	0,385	0,69	0,514	0,772	1,722	0,546	0,852	0,496
精氨酸	0,847	1,158	1,215	1,186	0,546	1,13	0,525	1,100
脯氨酸	2,141	2,831	2,831	2,762	1,243	1,934	0,937	4,552
总 和	14,664	22,898	20,419	24,012	22,751	21,692	11,932	22,54

(续表)

氨基酸名称 花粉名称	田青	黑松	胡桃	瓜类	烟草	沙棘	向日葵	罂粟花
天冬氨酸	2.913	1.127	2.419	3.218	3.03	2.455	3.183	2.56
苏氨酸	1.047	0.443	1.067	0.986	0.986	0.916	0.976	0.946
丝氨酸	0.893	0.412	1.051	0.972	0.963	0.850	0.928	0.893
谷氨酸	2.909	1.716	2.828	2.991	3.024	2.893	2.844	2.811
甘氨酸	1.436	0.603	1.214	1.184	1.23	1.146	1.23	1.123
丙氨酸	1.75	0.668	1.361	1.422	1.409	1.349	1.446	1.3
缬氨酸	1.699	0.694	1.362	1.406	1.406	1.269	1.399	1.297
半胱氨酸	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
蛋氨酸	0.694	0.034	0.112	0.134	0.571	0.537	0.392	0.112
异亮氨酸	1.517	0.587	1.231	1.245	1.231	1.116	1.245	1.159
亮氨酸	2.24	0.863	1.832	1.832	1.832	1.665	1.832	1.696
酪氨酸	1.343	0.239	0.583	0.61	0.822	0.796	0.822	0.557
苯丙氨酸	1.061	0.48	1.119	1.151	1.151	1.087	1.151	1.055
赖氨酸	1.776	0.877	1.861	1.605	1.605	1.583	1.68	1.573
组氨酸	0.642	0.289	0.594	0.61	0.658	0.546	0.674	0.642
精氨酸	1.497	1.073	1.243	1.328	1.328	1.158	1.328	1.073
脯氨酸	2.762	0.829	2.762	1.312	2.072	2.97	1.312	2.072
总和	26.195	10.93	22.655	22.022	23.334	22.349	22.458	20.885

花粉氨基酸总量，是花粉在盐酸水解后，用日本日立-835氨基酸自动分析仪测定的，从我国近40种蜜源花粉氨基酸总量的分析看出（表1-2），花粉中氨基酸总量的含量范围为10.93—26.335g/100g，见有异亮氨酸、亮氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸、组氨酸、精氨酸、脯氨酸、天冬氨酸、苏氨酸、谷氨酸、丝氨酸、甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、半胱氨酸等17种\*。在花粉所含的各种氨基酸中，以脯氨酸(0.691—4.696g/100g)、赖氨酸(0.481—1.936)、精氨酸(0.546—2.542)、亮氨酸(0.863—2.119)、异亮氨酸(0.587—1.517)、天冬氨酸(1.127—3.218)、谷氨酸(1.479—3.351)含量较多，酪氨酸(0.239—0.902)、组氨酸(0.289—1.722)、半胱氨酸(0.016—0.065)等含量较少。

在国产近40种蜜源花粉的氨基酸总量中，含量丰富的花粉为胡枝子(26.335g/100g)、田青(26.195)、木豆(25.982)、野菊(24.012)、向日葵(22.458)、胡桃(22.655)、蚕豆(22.54)、紫云英(25.703)、苹果(22.75)、油菜(21.692)、沙棘(22.349)、茶花(22.898)等。氨基酸总量含量较少者为柳树(11.835)、泡桐(12.687)、黑松(10.93)、荆条(11.932)、山里红(13.844)、蒲公英(15.843)、荞麦(14.412)等。

游离氨基酸易被人体所吸收，为此本项研究用DANS-Cl荧光反应、聚酰胺薄膜层析法对近40种蜜源花粉进行人体必需的8种氨基酸和脯氨酸的游离氨基酸分析，为了叙述方便，下面文中所述的游离氨基酸即为上述9种游离氨基酸，从表1-3看出游离氨基酸中以脯氨酸含量最丰富，而人体必需的8种游离氨基酸总数是以荞麦(247.50mg/100g)、苹果(143.63)、沙梨(114.62)、油菜(104.52)、乌柏(90.93)、向日葵(146.58)、黑松(110.71)、盐肤木(88.94)等含量较丰富，而香薷(20.48)、玉米(33.86)、木豆(41.26)等含量较少。

## 2. 磷脂

花粉含总脂为1—20%，一般为5%左右。我们仅分析了类脂中的磷脂。磷脂能防止脂肪在肝脏的堆积，类脂还与血液凝固有关，凝血酶原的辅基中含有脑磷脂。

用三氯醋酸沉淀法对近40种花粉的磷脂进行检测，从表1-4数值看出，其含量为0.67—6.08g/100g，含量丰富的花粉如玫瑰(6.08)、田青(5.82)、紫云英(4.07)、黑松(3.49)、油菜(3.46)、胡桃(3.16)、板栗(3.09)等，而木豆(0.76)、山里红(0.67)、蒲公英(0.71)、荆条(0.76)等花粉含磷脂甚少。

## 3. 糖类

糖类的主要生物学作用是通过氧化而放出大量的能量，以满足生命活动的需要，为人的主要能源。花粉中的糖类总含量为25—48%。本项研究从营养学角度对近40种蜜源花粉进行了还原糖和蔗糖测试。还原糖用蒽酮比色法，蔗糖以亚铁氰化钾法进行分析。从分析结果（表1-5）看出：花粉的还原糖含量为6.50—46.88g/100g，蔗糖含量为1.98—5.40g/100g。在还原糖的含量中，向日葵(46.88)、山里红(36.88)、黄瓜(32.81)、荞麦(31.50)、泡桐(31.25)、玉米(30.94)、茶花(32.81)、荆条(32.19)等花粉的含量甚高，而胡枝子(17.19)、黑松(17.20)、苹果(6.50)花粉含还原糖最低。从蔗糖的含量看，含量

• 花粉样品用盐酸水解，只能测出17种氨基酸，而没有蛋白质的氨基酸残基中的色氨酸、谷氨酰胺和天冬酰胺。这里，不能就认为花粉样品中不含有这三种氨基酸。色氨酸是在酸水解时被完全破坏了，故未能测出，谷氨酰胺或天冬酰胺在酸水解时分别释放出氨而成为谷氨酸或天冬氨酸，故在“谷氨酸”和“天冬氨酸”项目下还可能分别包含有“谷氨酰胺”和“天冬酰胺”。所以，本文所述氨基酸种类中都没有色氨酸、谷氨酰胺和天冬酰胺，后两者的含量分别包含在“谷氨酸”和“天冬氨酸”的数值之中（各表格中不再一一说明）。

表 1-3 我国蜜源花粉游离氨基酸含量表

单位: mg/100g

花粉名称	亮氨酸	赖氨酸	苏氨酸	缬氨酸	苯丙氨酸	蛋氨酸	色氨酸	异亮氨酸	脯氨酸	必需氨基酸总量
山里红	6.03	3.71	6.74	7.12	19.02	2.73	8.14	5.54	333.17	59.03
紫云英	7.78	3.22	4.76	7.12	23.40	5.12	9.99	5.96	391.20	66.99
柳 桃	6.71	5.07	3.97	6.90	17.80	4.44	5.56	5.32	242.00	55.77
黄 瓜	16.04	3.09	7.14	16.18	43.64	13.65	17.60	12.14	116.42	113.44
苹 果	14.98	2.35	5.16	15.32	56.80	13.30	23.16	12.56	299.85	143.63
沙 梨	11.6	2.84	6.15	9.28	45.84	13.13	17.05	8.73	256.90	114.62
飞龙掌血	2.72	2.23	0	3.45	11.95	3.92	4.63	3.94	232.05	32.84
木 豆	2.24	2.60	4.96	5.43	16.82	3.07	2.41	3.73	480.00	41.26
板 粟	7.00	1.98	2.98	9.38	21.21	2.22	5.56	5.75	315.44	56.08
腊烛果	3.11	1.73	1.59	3.78	10.97	14.33	3.71	2.13	360.50	41.35
荞 麦	30.34	5.69	10.91	28.26	61.19	5.46	83.93	21.72	159.10	247.50
胡枝子	3.89	1.98	2.18	4.42	12.19	7.51	9.08	2.13	456.94	43.38
香 薷	3.01	1.61	0	2.05	8.53	0	3.90	1.38	99.39	20.48
蒲公英	9.14	2.35	3.17	7.87	26.57	7.33	5.0	5.96	340.28	67.39
色 树	8.95	3.09	5.55	4.85	87.79	3.92	6.40	3.83	102.57	74.50
玉 米	3.60	1.61	1.98	3.56	10.48	6.35	4.26	2.02	280.01	33.86
檀 桐	5.49	3.71	3.34	3.50	17.31	7.68	5.56	0.64	101.63	47.23
盐肤木	5.25	4.58	3.37	4.31	51.68	7.68	7.60	4.47	266.35	88.94
乌 柏	9.63	3.83	6.55	4.96	44.86	7.68	7.78	5.64	55.40	90.93
椴 树	4.38	2.47	3.17	3.45	19.02	6.48	3.52	6.07	325.68	50.01
芝 麻	4.96	1.61	3.77	4.42	14.63	5.29	3.89	3.51	275.33	42.64
茶 花	7.78	3.09	5.95	4.53	31.45	13.82	7.97	6.71	329.43	81.30
野 菊	3.60	2.23	3.17	16.93	20.97	8.70	5.93	2.88	353.95	64.41
芸 芥	3.89	4.08	2.98	3.99	16.58	6.48	4.62	2.88	233.78	45.14
榆 浆	14.29	4.08	5.75	13.59	38.52	8.70	9.26	10.33	226.67	104.52
荆 条	0.47	0.44	0	0.54	0.90	0	0.30	0.27	16.29	2.92
蚕 豆	0.93	0.44	0	0.97	2.26	0	0.47	1.33	128.14	6.43
田 青	0.53	0.24	0	0.45	1.09	0	0.36	0.41	105.21	3.08
黑 松	14.50	12.19	3.68	17.93	31.99	12.55	6.63	11.24	124.58	110.71
胡 桃	1.18	0.43	1.08	1.59	2.49	0	0.77	1.39	87.50	8.93
瓜 类	14.39	4.95	16.66	12.92	40.23	13.30	25.35	10.33	165.84	138.15
葱 草	12.54	2.72	6.74	10.35	30.96	6.65	12.77	5.54	261.00	80.27
沙 棘	14.00	4.20	13.49	6.69	34.13	8.87	21.09	9.37	339.97	111.75
向日葵	14.98	6.92	9.92	18.34	49.73	8.53	23.68	14.48	167.34	146.58
油菜花	14.59	4.20	9.52	12.30	45.35	9.21	15.17	8.94	261	119.28



表 1-4 我国蜜源花粉磷脂含量表

单位: g/100g

花粉名称	磷 脂	花粉名称	磷 脂	花粉名称	磷 脂
山里红	0.67	蒲公英	0.71	蚕豆	2.33
紫云英	4.07	色 树	1.09	田 青	5.82
柳 树	2.87	玉 米	0.96	黑 松	3.49
黄 瓜	1.4	泡 桐	5.60	胡 桃	3.16
苹 果	2.36	盐肤木	1.96	瓜 类	1.42
沙 梨	2.00	乌 柏	2.40	烟 草	2.07
飞龙掌血	1.80	榎 树	1.56	沙 棘	0.98
木 豆	0.76	芝 麻	4.80	向日葵	1.84
板 粟	3.09	茶 花	2.04	罂粟花	1.78
腊 烛 果	2.76	野 菊	2.15	山 花	4.48
芥 麦	1.20	芸 芥	3.02	草木樨	3.80
胡 枝 子	2.18	油 菜	3.46	玫 瑰	6.08
香 薷	2.58	荆 条	0.76	榔头草	3.60

表 1-5 我国蜜源花粉糖类含量表

单位: g/100g

花粉名称	还 原 糖	蔗 糖	花粉名称	还 原 糖	蔗 糖
山里红	36.88	4.68	乌 柏	24.69	4.20
紫云英	27.58	3.00	榎 树	32.00	2.88
柳 树	29.38	5.40	芝 麻	22.19	2.46
黄 瓜	32.81	4.08	茶 花	32.81	3.72
苹 果	6.50	3.19	野 菊	25.94	3.36
沙 梨	24.06	2.52	芸 芥	21.88	3.96
飞龙掌血	25.94	3.12	油 菜	23.75	3.46
木 豆	21.25	2.84	荆 条	32.19	2.34
板 粟	27.50	4.20	蚕 豆	27.60	2.04
腊 烛 果	27.50	3.60	田 青	22.19	2.12
芥 麦	31.50	3.44	黑 松	17.20	4.36
胡 枝 子	17.19	2.18	胡 桃	28.10	3.43
香 薷	30.31	4.68	瓜 类	26.25	2.88
蒲 公 英	25.94	4.60	烟 草	30.63	1.98
色 树	30.63	4.44	沙 棘	28.13	2.94
玉 米	30.94	3.60	向日葵	46.88	3.96
泡 桐	31.25	3.60	罂粟花	33.75	2.70
盐 肤 木	27.50	4.08			