



农业专家大讲堂系列

马铃薯

高效栽培与储运加工

田再民 主编

一本通



化学工业出版社



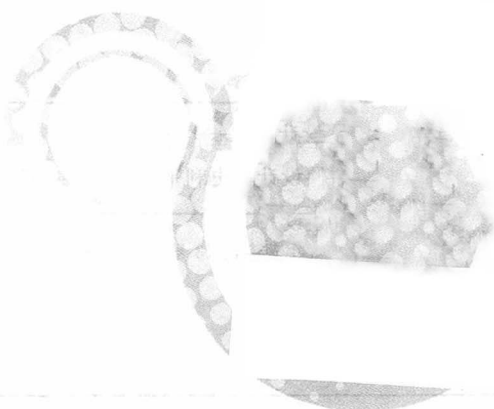
农业专家大讲堂系列

马铃薯

高效栽培与储运加工

田再民 主编

一本通



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

马铃薯高效栽培与储运加工一本通/田再民主编.
北京: 化学工业出版社, 2013.1
(农业专家大讲堂系列)
ISBN 978-7-122-16126-0

I. ①马… II. ①田… III. ①马铃薯-栽培技术
②马铃薯-贮运③马铃薯-食品加工 IV. ①S532②TS215

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 304497 号

责任编辑: 李 丽 邵桂林
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 李 瑾
装帧设计: 史利平

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 北京云浩印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张 5 $\frac{3}{4}$ 字数 149 千字
2013 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 18.00 元

版权所有 违者必究

目录

第一讲 概述

1

- 一、马铃薯起源与营养价值 1
- 二、马铃薯国内外生产现状 3
- 三、马铃薯主要科研成果及发展趋势 4

第二讲 马铃薯形态特征和生物学特性

6

- 一、形态特征 6
- 二、生物学及生理特性 14

第三讲 影响马铃薯生长的外界环境

24

- 一、气候 24
- 二、土壤 27
- 三、水肥 28

第四讲 优良品种

32

- 一、出口创汇的品种 32
- 二、鲜薯食用和鲜薯出口用品种 34
- 三、高淀粉品种 51
- 四、油炸食品加工和鲜食兼用型品种 57

第五讲 马铃薯良种繁育

65

- 一、茎尖脱毒生产无病种薯技术 65
- 二、种薯退化原因及防治措施 70
- 三、种薯质量标准 and 分级 72
- 四、完善种薯繁育体系 74

第六讲 丰产栽培技术

77

- 一、种薯准备 78
- 二、土地准备 82
- 三、田间管理 84
- 四、不同种植区域的栽培特点 88
- 五、间作套种 92
- 六、马铃薯大棚栽培技术 97
- 七、地膜覆盖栽培技术 102
- 八、加工用马铃薯栽培技术 104
- 九、脱毒种薯栽培技术 105
- 十、马铃薯膜下滴灌栽培技术 107
- 十一、马铃薯喷灌栽培技术 109

第七讲 主要病虫害与防治

111

- 一、马铃薯病害及防治措施 111
- 二、马铃薯虫害及防治措施 122
- 三、其他非病原性因素造成的危害 129

第八讲 马铃薯科学储藏

132

- 一、收获及储藏前处理 132

二、储藏期间薯块的生理与化学变化	135
三、薯块储藏的条件与管理	139
四、薯块储藏方式与运输	144
五、马铃薯抑芽剂的使用	147
六、储藏对马铃薯加工品质的影响	149

第九讲 马铃薯的开发利用

151

一、马铃薯加工业现状	151
二、马铃薯加工产品概述	155
三、马铃薯食品加工技术	159

参考文献

172

第一讲

概述

● 本讲知识要点:

- ✓ 马铃薯营养价值
- ✓ 国内外生产现状
- ✓ 主要成果及发展趋势



一、马铃薯起源与营养价值

马铃薯起源于拉丁美洲秘鲁和玻利维亚等国的安第斯山脉高原地区，是茄科茄属的一年生植物。考古学发现，早在 8000~10000 年前，生活在秘鲁和玻利维亚交界处“提提卡卡”湖边的古代印第安人就开始驯化和栽培马铃薯。16 世纪，西班牙和英国的探险家分别从拉丁美洲将马铃薯带回本国种植，而后传入意大利和欧洲各地。但是，在 18 世纪后马铃薯才作为一种农作物在世界各地广泛种植。根据资料推测，我国的马铃薯栽培可能始于 16 世纪末至 17 世纪初的明朝万历年间，由欧、美传教士带入我国。马铃薯在我国有 20 多种称谓，北方常称为土豆、山药蛋，南方称为洋芋和荷兰薯等。

尽管马铃薯在世界各地种植的历史（除原产地外）只有 400 年左右，但由于马铃薯生长周期短、单位面积产量高、块茎营养成分丰富、用途广泛，既可作蔬菜作物和经济作物，又是抗旱、救灾作物，因此是世界上仅次于水稻、小麦、玉米的第四大粮食作

物，是中国第五大粮食作物。其分布范围极其广泛，在世界上温带、热带和亚热带的 140 多个国家均有栽培，尤其是欧、美等温带国家，马铃薯在日常生活膳食结构中作为主要食物占有十分重要的地位。

近半个世纪以来，中国的马铃薯育种工作从无到有，经过了从引种鉴定到各个阶段杂交育种的漫长历程，针对不同时期生产上存在的主要问题，开展了育种研究。20 世纪 50 年代中期至今已育成了 100 多个马铃薯品种，进行了 3~4 次品种的更新换代，减轻了晚疫病、病毒病和细菌病的危害，使马铃薯单产不断提高。在生产上有一定推广面积的品种约有 30 余个，这些品种目前约占全国马铃薯播种面积的 90%，一般增产 15% 左右。

马铃薯块茎是储藏器官，块茎内各种成分的含量高低直接影响到马铃薯的加工品质和加工工艺。一般情况下，块茎内 76% 左右是水分，24% 左右是干物质。淀粉占干物质的 70%~80%。马铃薯块茎含有 2% 左右的蛋白质，包括 18 种氨基酸，其中有人体不能合成的各种必需氨基酸，且容易消化、吸收。马铃薯块茎还含有多种维生素和无机盐成分，包括维生素 C、维生素 A 等 8 种维生素成分和钙、磷、铁等 10 多种矿物元素。经常食用马铃薯对人体健康十分有益。从营养价值来说，马铃薯不仅是粮食作物又是高生产率的经济作物，如折算成干物质含量与其他作物相比，马铃薯在单位面积单位时间内生产的蛋白质或能量是相当高的。同时马铃薯还含有相当高的维生素 C。但应当指出，马铃薯块茎在发芽或变绿时会增加龙葵素的含量，如龙葵素含量过高，食用时会麻口，若 100g 鲜块茎中龙葵素含量超过 20mg，食用后就会中毒。因此，在马铃薯块茎发芽和表皮变绿时一定要把芽和芽眼挖掉，把绿色部分去除干净后才能食用。

近年来，马铃薯食品加工、淀粉加工业迅速发展。在食品加工业中，以马铃薯为原料，可加工成各种速冻方便食品和休闲食品，如脱水制品、油炸薯片、速冻薯条、膨化食品等，它们在改善人们膳食结构的同时也为马铃薯生产提高了附加值。马铃薯淀粉在世界

市场上比玉米淀粉更有竞争力,马铃薯高产国家将大约总产量的40%用于淀粉加工,全世界淀粉产量的25%来自马铃薯。马铃薯淀粉中72%~82%是支链淀粉,与其他作物的淀粉相比,马铃薯淀粉糊化度高、糊化温度低、透明度好、黏结力强、拉伸性大。马铃薯变性淀粉在许多领域都有应用,如衍生物的加工、生产果葡糖浆、制取柠檬酸、生产可生物降解的塑料等。

二、马铃薯国内外生产现状

1. 世界生产概况

在世界上,马铃薯是继水稻、小麦、玉米之后的第四大农作物,它在146个国家栽培生产。据联合国粮农组织统计,世界常年栽培马铃薯的总面积为2.772亿亩,平均单产为每亩1013.3kg,单产最高的国家是荷兰。欧美经济发达的国家非常重视马铃薯的生产与科研,育成了适宜本国栽培的各种专用型优良品种,并根据品种特征实行一整套规范化的栽培管理技术和完整的良好繁育体系。很多国家将种薯用于出口,加拿大是世界上最大的种薯出口国,目前正在谋求打开中国市场。同时利用马铃薯为原料的加工业也非常发达,美国、荷兰的马铃薯加工占总产量的50%以上,鲜薯食用只占32%。

2. 我国生产概况

我国是世界第一大马铃薯生产国,在全国各地均有栽培。据统计,2000年栽培面积为7085.1万亩,总产量662.8亿千克,单产每亩933.3kg。随着农业产业结构的调整和加工业的发展,马铃薯的需求日益增大,我国的播种面积有进一步扩大的趋势。由于缺乏各类优质专用型品种,在消费中,鲜食占总产量的50%以上,淀粉等初加工占15%左右,出口及饲料占14%,种薯占10%,损耗占10%以上。近几年来,由于马铃薯加工业特别是食品加工的兴起,用于加工的比重有所增加,但也很有限。

马铃薯在我国各地均有栽培,分布极广,尤其是在北方冷凉地区和西南山区种植面积很大。根据我国各地马铃薯栽培耕作制度、

品种类型及分布等多年的资料，结合马铃薯的生物学特性，参照地理状况、气候条件和气象指标，我国马铃薯栽培区域可划分为北方一季作区、中原二季作区、西南混作区和南方冬作区等。我国各省（区）中常年栽培面积在 600 万亩以上的有内蒙古、贵州和甘肃，450 万亩以上的有重庆、黑龙江、陕西和四川，400 万亩以上的有山西和云南，300 万亩以上的有湖北和河南，200 万亩以上的有河北，100 万亩以上的有宁夏、湖南、吉林、福建、辽宁、山东和浙江。近年来，河北、河南、山东等中原二季作区和广东、福建等省冬作区的种植面积也有所增加。

三、马铃薯主要科研成果及发展趋势

马铃薯在中国已有 400 多年的栽培历史。至 20 世纪全国已有广泛栽培，但却少有研究，到 40 年代，才由美国引入品种，进行引种鉴定。中华人民共和国成立后，特别是改革开放以来，随着与国际的频繁交往，马铃薯种质资源的不断引进，使资源研究和育种工作有了突出进展，极大地促进了中国马铃薯事业的发展。

近半个世纪以来，中国的马铃薯育种工作从无到有，规模由小到大，经过了从引种鉴定到各个阶段杂交育种的漫长历程，针对不同时期生产上存在的主要问题，开展了育种研究。20 世纪 50 年代中期至今已育成了 100 多个马铃薯品种，进行了 3~4 次品种的更新换代，减轻了晚疫病、病毒病和细菌病的危害，使马铃薯单产不断提高。在生产上有一定推广面积的品种约有 30 余个，这些品种目前约占全国马铃薯播种面积的 90%，一般增产 15% 左右。

在育种规模方面，其标志之一是杂交实生苗（ F_1 ）的数量不断增加，中国每年约种植 50 万株 F_1 实生苗，为选育新品种提供了丰富的基础材料；标志之二是在育种途径上由单纯常规育种转向多途径育种，如通过轮回选择、种间杂交、双单倍体和 $2n$ 配子利用研究、基因工程育种等创造了许多有价值的材料，丰富了育种资

源。在开展育种的同时，许多单位进行了育种理论和方法的研究，提高了育种效果。

马铃薯实生种子、实生薯的选育及杂种优势利用也取得了突破性进展，最初利用天然实生种子，现已被新型栽培种等优良亲本配制的杂交种所代替，充分发挥了杂种优势，提高了单产，克服了天然实生块茎性状分离等缺点。该项成果已在西南山区大面积推广。

第二讲

马铃薯形态特征和生物学特性

● 本讲知识要点:

- ✓ 马铃薯形态特征
- ✓ 生物学及生理特性



一、形态特征

马铃薯的植株由地上和地下两部分组成。薯块是马铃薯地下茎膨大形成的结果。在商品薯生产上主要用块茎进行无性繁殖。

1. 地上部分形态特征

地上部分包括茎、叶、花、果实和种子。由种薯的芽眼或种子的胚轴伸长形成的枝条为地上茎。地上茎是马铃薯植株在地面上着生枝叶的茎。茎的两个主要特征为形状和颜色。茎横截面的形状通常为圆形或三角形，茎上有3~4条棱，棱角常常突出呈翼状，茎基部常常是圆形的。茎的颜色因品种不同有绿色、紫褐色等。有时因色素沉淀，不同部位有不同的着色，常常是基部颜色较深。茎上节部膨大，节间分明，节处着生复叶，复叶基部有小型托叶，多数品种节处和基部坚实，节间中空，主茎可以产生分枝，产生匍匐茎和块茎的低位分枝也可以认为是主茎，马铃薯的主茎和分枝如图2-1所示。茎上分枝的部位与品种有关，早熟品种分枝，少在中上部分枝；中晚熟品种分枝较多且大都在下部或靠近茎基部。在植株

生长的过程中,可能有多次顶端分枝。茎有直立、半直立和匍匐型半直立型。多数品种的茎高在 40~100cm 之间,少数中晚熟品种在 100cm 以上。茎的粗细、有无茸毛等均因品种不同而异。

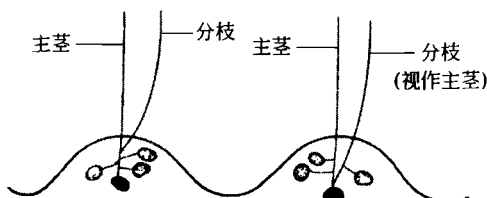


图 2-1 马铃薯的主茎与分枝

(1) 叶 正常的叶子为奇数羽状复叶。块茎繁殖的马铃薯第 1 片初生叶为单叶,第 2~5 片为不完全复叶,一般从第 5 片或第 6 片开始为具有品种特征的奇数羽状复叶。用实生种子繁殖时,发芽后首先长出 2 片对生的子叶,第 3~6 片为单叶,第 4 片真叶开始为不完全复叶,第 6~9 片开始形成完全的正常复叶。正常的复叶由顶小叶、侧小叶、次生裂片、叶轴和托叶组成。顶小叶只有 1 片,有叶柄,着生于叶轴的顶端,一般较侧小叶大,形状也略有不同,可根据顶小叶的特征来鉴别品种。侧小叶通过叶柄对生于叶轴上,一般有 3~7 对。侧小叶之间有次生裂片。复叶叶柄基部有 1 对托叶。复叶沿着马铃薯茎交互轮生。复叶一般较平展,其大小、形状、茸毛的多少、侧小叶的排列疏密、次生裂片的多少、与茎的夹角的大小等均因品种不同而异。健康的复叶小叶平展、色泽光滑;患病毒病的复叶小叶皱缩,叶面不平,复叶变小;被蚜虫侵害的叶子小叶边缘向内卷曲,叶背光亮失常,如图 2-2 所示。

(2) 花 分枝型的聚伞花序。花序的主干即总花梗着生于茎的叶腋处,花梗上有分枝,花着生于分枝的顶端。花梗的长短、分枝的多少、开花的繁茂性因品种不同而异。每个小花有一个花柄着生在花序上,如图 2-3 所示,花柄上有一个节,落花落果都是由这里产生离层后脱落的。马铃薯花为两性花,每朵花由花萼、花冠、雄蕊和雌蕊组成,如图 2-4 所示。花萼基部联合为筒状,顶端 5 裂,

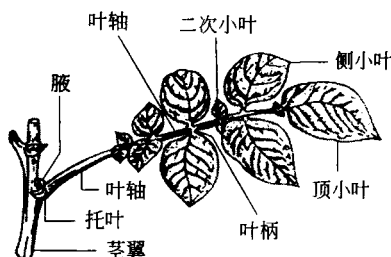


图 2-2 马铃薯复叶

绿色。花冠基部连接成喇叭状，顶端 5 裂，形成轮状花冠。花内有 5 个雄蕊和 1 个雌蕊，5 个雄蕊抱合中央的雌蕊，雄蕊的花药长筒状，为黄色至橙黄色。花蕾由 5 片萼片包围，花蕾的形状与萼片的长短因品种不同而异。花冠的颜色有白色、粉红色、紫色、蓝紫色、黄色等多种，少数品种的花具有清香味。马铃薯的开花习性为白天开花、夜间闭合，一般在上午 8 时左右开花、下午 5 时左右闭花。每朵花的开花持续时间约 5 天。一个花序的持续时间为 15~20 天。

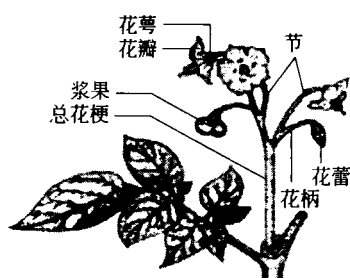


图 2-3 马铃薯花序

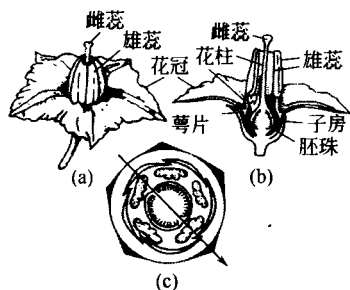


图 2-4 马铃薯花

(a) 花的外观；(b) 纵切面；(c) 横切面

(3) 果实和种子 马铃薯属于自花授粉作物，异花授粉率为 0.5% 左右。天然结实基本上都是自交结实。果实为浆果，圆形，少数为椭圆形，看上去像小番茄。果色前期为绿色，成熟时顶部变白，逐渐转为黄绿色、褐色或紫绿色。不同品种浆果的大小差异很

大，直径1~3cm。有的浆果为伪果，没有种子。因受精情况不同，浆果内的种子数差异很大，一般为100~250粒，但有的种子却很少，如图2-5(a)所示。马铃薯的种子一般为扁平近圆形或卵圆形，由种皮、胚乳、胚根、胚轴和胚芽组成。种皮颜色因品种不同而异，一般为浅褐色或淡黄色，种皮上密布细毛，如图2-5(b)所示。种子很小，多数品种千粒重0.5~0.6g。为了与生产上所用的种薯区别，这种种子一般称为实生种子，休眠期5~6个月。马铃薯的所有地上部分都含有一种有毒的植物碱，叫做龙葵素或茄素。浆果中的龙葵素含量最高，其次是块茎萌发的幼芽中。当块茎表皮受到光照而变绿时，龙葵素含量就显著增加，严重影响块茎的食用价值，人和牲畜食用后均会中毒，严重的引起死亡。

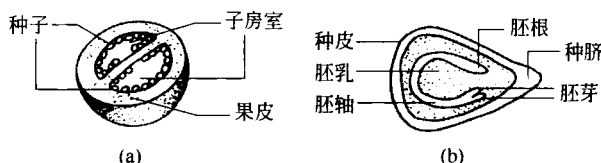


图 2-5 马铃薯浆果和种子结构

(a) 浆果横切面；(b) 种子纵切面

2. 地下部分特征

这是马铃薯栽培中最重要的部分，包括母薯、根、地下茎、匍匐茎和块茎，如图2-6所示。

(1) 母薯 是种薯在植株成长后留下的。残留的种薯并非总是可见，尤其在植株生长后期由于种薯腐烂而不可见。

(2) 根 用块茎种植的马铃薯植株都是不定根，无直根，没有主根和侧根的区别，只有须根分布在40~70cm深的土层中，称为须根系。须根从种薯幼芽基部发出，而后又分枝形成许多侧根。根系发育及分枝情况因品种和栽培条件不同而异。大部分品种的根系分布在土壤表层下40cm，一般不超过70cm，在沙质土壤中根深也可达100cm以上。早熟品种根系一般不如晚熟品种发达，而且分布很浅，晚熟品种分布广而深。抗旱品种根系发达、拉力强、鲜重

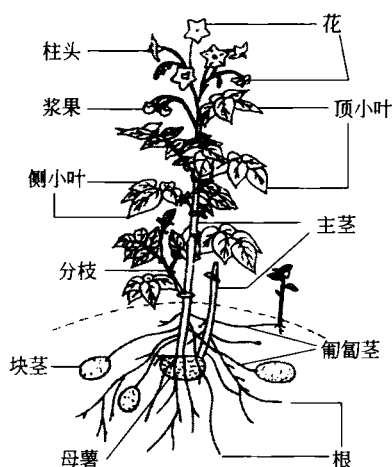


图 2-6 正在结薯的马铃薯植株

高。在栽培上，要根据品种的熟性和根系的分布情况来确定株、行距，以获得高产。用实生种子种植时，植株有主根和侧根之分，主根为圆锥形伸入土中，分枝随着植株的生长而增加，形成直根系。若生长条件好，实生苗的根系也很发达。

(3) 地下茎 块茎发芽后埋在土壤内的茎为地下茎。地下茎的长度随播种深度和生育期培土厚度的增加而增加，一般为 10cm 左右。地下茎的节间较短，在节的部位生出匍匐茎，匍匐茎顶端膨大形成块茎。

(4) 匍匐茎 是由地下茎节上的腋芽发育而成的，实际上是茎在土壤中的分枝，是形成块茎的器官。匍匐茎有较长的节间，各节上有鳞片状的退化叶。匍匐茎发生后，在地下略成水平方向生长，其顶端弯曲，生长点在弯曲的内侧。匍匐茎也可以分枝，每节上也能形成细的不定根。匍匐茎的颜色一般为白色，也有红紫色的，因品种不同而异。匍匐茎的长短和数目与品种特性和栽培条件密切相关，许多栽培品种尤其是早熟品种因进行了育种选择而有较短的匍匐茎，一般早熟品种的匍匐茎为 3~10cm，而晚熟品种的匍匐茎较长，有的达 10cm 以上。匍匐茎较短结薯集中，便于收获。早熟品

种在出苗后 7~10 天匍匐茎即开始伸长, 15 天后顶端膨大, 形成块茎。如果播种时薯块覆土太浅或生长期遇到土壤温度过高等不良环境条件, 匍匐茎会长出地面变成普通的分枝而影响产量。

(5) 块茎 既是储存养分的经济产品器官, 又是马铃薯的主要繁殖器官, 是一生长在土壤中的缩短而肥大的变态茎。栽培马铃薯的主要目的就是获得了高产的块茎。当匍匐茎的顶端停止伸长大后, 由于顶端各部分储藏细胞的扩大, 并有大量淀粉的积累, 使匍匐茎顶端膨大而形成块茎。马铃薯成年植株总干物质含量的 75%~85% 集中在块茎中。块茎的营养成分包括: 63%~87% 的水分, 13%~30% 的碳水化合物, 0.7%~4.6% 的蛋白质, 0.02%~0.96% 的脂肪以及 0.44% 的矿物质和灰分。

① 块茎的形成。最初的块茎在最深匍匐茎顶端形成, 且对后来形成的块茎有优势。有时块茎也在马铃薯地上茎上形成。在植株生长旺盛时期, 向下输送营养的茎组织因受到机械损伤或因感染病菌引起生理紊乱, 使营养物质不能向地下块茎输送, 养分无处积累时, 就会在地上茎的叶腋间形成无食用利用价值的气生块茎。

② 块茎的外部结构。块茎具有地上茎的一切结构特征, 如图 2-7 所示。块茎有顶部和基部, 与匍匐茎连接的一端为基部, 称脐部。有些品种块茎的脐部向内凹陷形成茎窝。块茎的顶部即为匍匐茎的生长点。在块茎生长初期, 其表面每节上都有鳞片状退化小叶, 随着块茎的膨大, 退化小叶脱落, 残留的叶痕呈新月状, 称为芽眉。芽眉内侧表面向内凹陷成为芽眼, 芽眼的颜色和深度与品种特性和栽培条件有关。每个芽眼内有 3 个或 3 个以上未生长的芽, 中间的为主芽, 两侧的为副芽, 发芽时主芽首先萌发, 副芽一般呈休眠状态, 当主芽受损时, 副芽可发芽。芽眼在块茎上呈螺旋状排列, 其排列顺序与叶子在茎上的排列顺序相同。块茎的顶部芽眼分布密集, 最顶端的一个芽较大, 内含许多芽, 称为顶芽。块茎萌发时, 顶芽最先萌发, 且幼芽壮, 长势旺盛, 这种现象称为顶端优势。芽基部在正常情况下发育成茎的地下部分, 芽的顶端有叶状