

全国高等农业院校试用教材

热带作物栽培学

华南热带作物科学研究院 编
华南热带作物学院

热带作物专业用

农业出版社



全国高等农垦院校试用教材

热带作物栽培学

华南热带作物科学研究院 编
华南热带作物学院

(热带作物栽培专业用)

农业出版社

主 编：何敬真

副主编：金作栋 曾友梅 邓励

编 者：陈宝源 杨和鼎 吴家耀 许树培 江式邦

绘 图：王开玺 黄光郁

全国高等农垦院校试用教材

热 带 作 物 栽 培 学

华南热带作物科学研究院 编
华南热带作物学院

农业出版社出版（北京朝内大街130号）

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 19.25印张 417千字

1980年5月第1版 1981年11月北京第2次印刷

印数 2,801—5,100册

统一书号 16144·2094 定价 2.00元

前 言

根据一九七七年九月高等农林院校教材编写工作会议的决定，我们编写了这本《热带作物栽培学》。本书内容包含我国的热带和亚热带地区进行生产栽培的八种热带经济作物：硬质纤维作物龙舌兰麻，木本油料作物油棕和椰子，香辛作物胡椒，饮料作物咖啡（中、小粒种），热带香料作物香茅（爪哇与锡兰香茅），热带果树芒果和腰果。本书是为高等农林院校热带作物栽培专业编写的教科书。主要介绍以上八种作物的栽培、选育种、主要病虫害和产品加工的基础理论和实际技术知识，使学生能够掌握栽培及选育种的基本知识和实际操作技能，熟悉产品加工和主要病虫害的防治。

本书由华南热带作物科学研究院热带作物研究所和华南热带作物学院热带作物栽培系合编。在编写过程中，承福建省热作所、广西热作所、广东省农垦总局、广东省湛江农垦局、广东省湛江农垦局剑麻研究所、广东省国营东方红农场、海南岛兴隆华侨农场以及华南热带作物科学研究院植保所、情报所、兴隆试验站和华南热带作物学院热带作物产品加工系、热带植物保护系等单位的大力支持，并派员参与审稿；广东、福建、广西、云南、浙江等有关兄弟院校、研究院、所、站、场等单位对我们送审的书稿也提供了许多宝贵材料和意见，使本书的编写工作得以顺利完成，至此表示深切的感谢。

由于编写时间仓促，编者水平有限，错漏之处在所难免，尚希各地读者不吝指教，以便在再版时修正。

编 者

一九七八年十二月二十日

目 录

第一章 龙舌兰麻类.....	1
第一节 概述.....	1
第二节 龙舌兰麻类生物学特性.....	6
第三节 龙舌兰麻类繁殖和育苗.....	22
第四节 麻田的开垦和定植.....	29
第五节 大田管理	34
第六节 龙舌兰麻选育种.....	41
第七节 病虫害防治.....	47
第八节 割叶、更新和轮作.....	57
第九节 加工	60
参考资料	64
第二章 油棕.....	65
第一节 概述	65
第二节 形态特征	66
第三节 生物学习性.....	72
第四节 产量与产量组分.....	73
第五节 油棕的选育种	79
第六节 催芽和育苗.....	88
第七节 定植	91
第八节 幼龄油棕的管理.....	94
第九节 成龄油棕的管理.....	96
第十节 病虫害防治.....	103
第十一节 果穗收获.....	108
第十二节 结语.....	110
参考资料	111
第三章 椰子.....	112
第一节 概述	112
第二节 生物学特性.....	114
第三节 栽培技术	119
第四节 椰子病虫害.....	129
第五节 产量和收获.....	132
参考资料	133
第四章 胡椒.....	134
第一节 概述	134
第二节 主要种类及品种.....	135

第三节 胡椒的生物学特性	137
第四节 栽培技术	144
第五节 病虫害防治	164
第六节 收获和加工	172
参考资料	173
第五章 咖啡	175
第一节 概述	175
第二节 主要栽培种类及品种	176
第三节 咖啡的生物学特性	180
第四节 栽培技术	187
第五节 选育种	205
第六节 病虫害防治	207
第七节 收获、加工和调剂	210
参考资料	212
第六章 香茅	213
第一节 概述	213
第二节 生物学特性	214
第三节 栽培技术	222
第四节 病虫害及其防治	233
第五节 加工	234
参考资料	242
第七章 芒果	243
第一节 概述	243
第二节 品种	244
第三节 生物学特性	254
第四节 繁殖方法	260
第五节 垦园定植	264
第六节 栽培管理	266
第七节 收获与贮藏	275
参考资料	276
第八章 腰果	277
第一节 概述	277
第二节 腰果的生物学特性	278
第三节 腰果对外界环境条件的要求	284
第四节 栽培技术	286
第五节 收获和加工	300
参考资料	301
附表	302

144

第一章 龙舌兰麻类

第一节 概 述

龙舌兰麻类是龙舌兰科所属单子叶植物的统称，其中龙舌兰杂种第11648号（又称东一号，以下同）和西沙尔麻（广东俗称剑麻）是生产上常见的两种龙舌兰麻，从它们叶片中抽取纤维，故称叶纤维作物。这种作物原产于热带、亚热带地区，其纤维坚硬，亦称热带硬质纤维。

一、龙舌兰麻主要种类

龙舌兰科 (Agavaceae) 有20个属，包括龙舌兰属 (Agave)、中美麻属 (Furcraea)、新西兰属 (Phormium) 和虎尾兰属 (Sansevieria) 等约600种，其中以龙舌兰属经济价值较高。

(一) 龙舌兰属 (Agave) 这一属约有300种，经济价值较大的有：

1. 剑麻，学名：Agave sisalana Perrine 英名：Sisal 别名：正西沙尔麻或白西沙尔麻 纤维名称：西沙尔麻 (Sisal hemp) 或巴哈马麻 (Bahama hemp)。

剑麻的叶片较少，较长，产量中等，一个生长周期可产叶230—280片，年长叶片30—40片，一般亩产纤维200—250斤，纤维率4—4.5%，生命周期6—10年。纤维品质优良，拉力强，居各种龙舌兰麻的首位，束纤维拉力强度为85—90公斤（东方红农场）。纤维粗硬，有光泽。周期纤维产量比东一号麻低。耐寒力比番麻、灰叶剑麻和东一号麻小，对于温差和低温（零上或零下）忍耐力较差，冬春低温毛毛雨季节中易发生生理性叶斑病。

细胞遗传学特征，剑麻是五倍体，体细胞的染色体有135、147和149个等数种（注：上述数目约为 n 的五倍，故称五倍体。 n 为减数分裂时染色体的数目，龙舌兰麻属 $n=30$ ），减数分裂后，染色体不成对，自交不能形成具有可育性后代。

2. 剑麻新变种，学名：Agave sisalana Perr. ex. Engelm cv. Hildana.

此变种生长于东非、肯尼亚、洛莫洛剑麻园中（海拔1,800米），1964年初由英人伦辛 (F.H.G. Lensing) 从剑麻园中选出。它是剑麻一个新变种，有两个类型。其中SA型，生命周期可产叶510片，纤维率5%，叶长约130厘米，叶重约1,000克，每月可产叶5—6片；SB型，生命周期可产叶588片，纤维率5%，叶长约100厘米，叶重约800克，每月可产叶6—8片。

此变种细胞染色体数目为142，属五倍体，很难开花，其后代不育，生命周期约为12—15年。

3. 龙舌兰杂种第11648号，学名：Agave hybrid No. 11648 别名：东一号麻或东一

号剑麻。

1963—1964年，我国从东非引进这个龙舌兰麻杂交种。此种是以假菠萝麻 *Agave angustifolia* Haw. 为母本，蓝剑麻 *Agave amaniensis* Trel. & Nowell. 为父本进行杂交，获得有性杂种第一代（即 F_1 ）。再用开花的 F_1 作为亲本与蓝剑麻进行反交而获得有性杂交第二代（即 F_2 ），通过选择系比而培育出来的一个龙舌兰麻杂交良种。这个良种叶片多，叶缘无刺，容易剥麻，但叶片比剑麻短。一个生命周期可以产叶片560—660片，年生长叶片50—70片。生命周期8—13年。具丰产性，亩产纤维300—400斤，产量比剑麻高1—2倍。纤维率5%左右，纤维较细。束纤维拉力强度80—85公斤，仅次于剑麻。对于温差及低温（0℃上下）的耐寒力比剑麻强，雨季或台风季节，种植在低洼积水或土质粘重、排水不良的地区的植株易感染斑马纹病（Zebra disease, 简称Z.D.）。如种植过密或荫蔽度大则易发生朱甲螨（“红蜘蛛”）虫害。

细胞遗传学特征，东一号麻是两倍体，体细胞具染色体60个，可用作杂交亲本，其后代具可育性。

4. 灰叶剑麻，学名：*Agave fourcroydes* Lemaire 英名：Henequen 别名：墨西哥剑麻或于克丹剑麻或黑纳金（昆）树 纤维名称：Henequen [黑纳金（昆）]。

灰叶剑麻叶片刚直，疏生，叶缘有锯齿（齿），叶带灰色，长而厚。一个生长周期可产叶230片，年产叶20—30片，亩产纤维200—250斤，相当于剑麻，纤维率4%左右。生命周期15—30年，在墨西哥长达30年。束纤维拉力强度较弱为50—60公斤，纤维质量比不上剑麻。耐旱力强，耐寒力仅次于番麻。抗病虫害力较强。

细胞遗传学特征：灰叶剑麻是五倍体，体细胞染色体140个（约为n的五倍）。广东省海南岛、湛江南部及广西等省、区能结少量成熟的蒴果。

5. 亚洲马盖麻，学名：*Agave cantala* Roxb. 英名：Manila maguey 别名：马盖麻或狭叶龙舌兰。纤维名称：maguey（马盖）。

亚洲马盖麻的叶片较窄、较薄，年产叶及生命周期产叶片均比剑麻多，生命周期产叶250—300片，年产叶片35—45片。生命周期6—10年。纤维率较高，一般约5—6%，高达7—8%，纤维亩产250—300斤，单位面积产量高于剑麻和灰叶剑麻；纤维拉力中等，束纤维拉力强度为76公斤左右，比灰叶剑麻强，耐寒力比灰叶剑麻差。

细胞遗传学特征：亚洲马盖麻体细胞染色体数目为90，是三倍体，具不育性，自然受粉不结果，经人工截短花轴后能结果。

6. 番麻，学名：*Agave americana* L. 英名：Blue aloe（蓝色芦荟）、Mexican maguey（墨西哥马盖）别名：龙舌兰、世纪树、百年兰、宽叶龙舌兰 纤维名称：参帕拉（Zambara意大利称）和萨帕拉（Zappara西班牙称）。

番麻叶片少而宽，单株周期产叶150—200片，年产叶20—25片，生命周期15年以上。纤维含量低，纤维率仅2.5—3%，亩产纤维70—100斤，是目前栽培的龙舌兰麻中产量最低的一种。纤维拉力差，束纤维拉力强度45—55公斤。但耐寒、抗病虫害力强，一般温差和0℃上或0℃下低温均不受害，我国在北纬30度以南都有番麻的分布。

叶片中含海柯吉宁较多，尤其是无刺番麻含量更高（无刺番麻是有刺番麻的一个变种），有利于制药。

细胞遗传学特征：番麻有二倍体、四倍体、六倍体及八倍体等四种。体细胞染色体数目分别为60、120、180和240个（分别为30的二倍、四倍、六倍和八倍，即 $n=30$ ）。其中较常见的是二倍和四倍体，后代可育，可产成熟的蒴果。可作杂交亲本。

7. 假菠萝麻，学名： *Agave angustifolia* Haw. 别名：短叶龙舌兰。

假菠萝麻叶片特多，单株生命周期产叶约1,000片，年产叶90—100片，纤维率3—3.5%。生命周期10年以上。叶短，叶缘有锯齿（齿），纤维拉力中等，没有栽培价值。由于叶片多，可用作育种亲本。

细胞遗传学特征：假菠萝麻是二倍体或四倍体。体细胞染色体数目为60或120个（为 n 的两倍和四倍），后代可育，可产成熟的蒴果。

8. “抽拉”剑麻，学名： *Agave lecheguilla* Torrey.

“抽拉”剑麻原产墨西哥（海拔180—1,800米）高地，呈野生状态，这种剑麻一般在年雨量低达250毫米及石灰质土壤上生长。它们的耐寒力较强，在北纬约32度的美国德克萨斯州（Texas）亦有大量的野生群落。叶深绿色，长30—50厘米，宽2.5—3.5厘米，边缘有刺，叶片少（约20—35片），但纤维率高达11%。生命周期约6—15年。开花后能结蒴果。可用来制造各种刷子，是猪鬃的代用品。选育种上可用作亲本。1978年已从墨西哥引进我国试种。

9. 暗绿剑麻，学名： *Agave atrovirens* Karw.

暗绿剑麻叶片呈暗绿色，粗大，长约200—250厘米（乃至400厘米），叶缘有锯齿（齿），适生于干旱或半干旱地区，生产期约7—8年，一般用来提蜜汁或作饲料。这种剑麻是墨西哥龙舌兰麻类中含糖分较高的一种，他们把它制成龙舌兰酒，当作饮料。当花轴抽出时砍断，在切口挖一个洞，收集流出的蜜汁，每株每月可收集3—4升，一株可收集900多升；蜜汁经发酵酿成龙舌兰酒，它是一种含酒精4—8%的乳白色的饮料，再经过蒸馏使成为麦斯克尔酒（一种烈性的酒）。1978年已从墨西哥引进我国试种。

（二）中美麻兰属（*Furcraea*） 这属有40多种。

毛里求斯麻，学名： *Furcraea gigantea* Vent. 英名：Mauritius hemp.

毛里求斯麻的叶片边缘有稀疏的锯齿（齿），纤维较细，拉力差，不易剥麻，产量低，纤维率约2%，亩产纤维只有150斤左右，生命周期15年以上。由于抗寒力差，产量低，没有经济栽培价值。在国外作为绳索、麻袋及传动带和加强材料。

（三）新西兰麻属（*Phormium*） 有两个主要栽培种，20多个变种。我国曾经引入试种，迄今未见成活。有待再引入试种。

1. 新西兰麻，学名： *Phormium tenax* Frost 英名：New Zealand flax, New Zealand hemp.

新西兰麻多自然生长于排水良好的低湿地。由于收获时间长，纤维拉力差，一般4—5年才收获一次，亩产纤维200—300斤。

2. 山麻，学名： *Phormium colonsoi* 英名：Mountain flax.

山麻由于纤维柔弱，产量低，没有经济价值。但对某些病害抵抗力强，在育种方面有用处。

（四）虎尾兰属（*Sansevieria*）

虎尾兰，学名：*Sansevieria thyrsoflora* (非洲弓麻，纤维用)；*Sansevieria trifasciata* Prain (观赏用) 英名：Bowstring hemp 别名：弓麻。

本属约有60个种，虎尾兰作为观赏和纤维用。由于不易剥麻，费工，纤维拉力差，产量低，经济价值不大。

(五) 丝兰属 (*Yucca*) 本属的植物较多，约有40个种，但多作为观赏植物，纤维可制绳缆，且比较耐寒，故在我国长江以南沿海地区种植较多。

凤尾兰，学名：*Yucca gloriosa* L. 别名：菠萝花。

凤尾兰是我国浙江、江苏、上海一带常见的一种龙舌兰科纤维作物，能耐 -10°C 以下的低温。

丝兰，学名：*Yucca filamentosa* L. (叶片较薄)。

千寿兰，学名：*Yucca alcifolia* L. (叶片坚硬)。

大花丝兰，学名：*Yucca grandiflora* (皂甙元含量较高)。

亚利桑那丝兰，学名：*Yucca arizonica* (皂甙元含量较高)。

缝线麻，(学名待查)。

叶片黄绿色，较少，较软；顶刺软，叶缘无刺，纤维细软，抗病，不抗寒，江浙一带称缝线麻。学名有待进一步鉴定。

二、经济价值

龙舌兰麻类的经济价值高，综合用途广，但主要是利用其叶片中的维管束纤维（又称纤维束）。

(一) 纤维特性 具有坚韧（拉力强）、耐海水浸、耐摩擦、富有弹性、不易碎断，且胶质少、不易打滑等，非红麻、黄麻等韧皮纤维所能代替的特性。

1. 拉力强：硬质纤维的拉力比黄麻、红麻等韧皮纤维高1—2倍。据测定周期平均拉力剑麻为86.5公斤（用束纤维测定长度为30厘米，重1克，以下同）；东一号77.8公斤。韧皮纤维的拉力（以一级纤维计）红麻为32公斤，黄麻为26公斤。

2. 耐海水浸：硬质纤维不易腐烂，用剑麻纤维制成径粗24和32毫米的绳索，经海水浸19天后，拉力分别为4,270公斤和6,480公斤，其保持率达92.3%和94.5%。

3. 耐水湿：硬质纤维在水湿情况下，拉力反而增强。剑麻纤维干燥时的拉力为89.9公斤，东一号87.7公斤，湿润后的拉力分别增至101.8公斤和97.3公斤，增强十分之一以上。

(二) 纤维用途 由于纤维具有上述特性，是国防、渔捞、航业、工矿、林业等重要原料，可制舰艇、远洋轮船和渔船的绳缆、绳网、帆布、防水布；飞机、汽车等车辆轮胎的帘布；起重机、钻探、伐木用的钢索心；机器的传送带，防护网等。又可以编织麻袋、地毯、帽子、马具、手提袋等日用品。此外还可和塑料压成硬板作建筑材料。短纤维亦可制造人造丝、高级纸张、绝缘制品和填充物等。

(三) 副产品综合利用 龙舌兰麻类叶片中含纤维只有百分之五左右，百分之九十以上是麻渣和液汁，具有很高的利用价值。龙舌兰麻的液汁中含有海柯吉宁(Hecogenin)和替柯吉宁(Tigogenin)等多种甾体皂甙元(Saponin)，前者为制治风湿、气喘、皮炎

等特效药柯迪松 (Cortisone) 和地塞米松 (dexamethasone) 的重要原料; 后者可合成口服“53”号抗孕片和促蛋白同化激素康力龙 (Stenozoli)、培他米松 (Betamethason) 等。此外从麻渣液汁中提取龙舌兰蛋白酶 (agavein), 其溶液可使猪、牛皮脱毛, 废胶卷脱银; 液汁沉淀后的上层清液可作鲁氏地酶的培养基。并可提取酒精、草酸、果胶、硬蜡等。新鲜麻渣与米糠发酵可喂猪; 堆沤腐熟后可作有机质肥料, 麻根可作利尿剂。花轴砍断流出的蜜汁可制糖及酿酒等。

(四) 经济收益 我国在五十年代初期开始栽培番麻 (*Agave americana*), 由于产叶量低, 投产后每年每亩收获纤维约50公斤, 按纤维每吨1,600—1,900元计, 每亩收入约80—95元, 制成绳缆后, 每吨按3,000元计, 每亩收入150元。成本 (包括农业、工业) 每吨1,847元 (据东方红农场成本核算), 即每亩成本92.35元, 除成本外, 每亩可得纯利润57.65元。

五十年代末期至六十年代, 改种了剑麻 (*A. sisalana*), 单产有所提高, 投产后每年每亩收纤维约100公斤, 按纤维每吨1,600—1,900元计, 每亩收入160—190元, 制成绳缆, 每吨按3,000元计, 即每亩收入300元, 按剑麻制成绳缆 (包括农业、工业) 成本, 每吨1,847元 (据东方红农场成本核算), 除成本外, 每亩麻剑可获纯利润115.3元。

七十年代大面积推广高产品种龙舌兰杂种11648后, 单产显著提高, 一般每年每亩可收纤维150—200公斤, 按纤维每吨1,600—1,900元计, 每亩收入240—380元; 制成绳缆, 按每吨3,000元计, 每亩收入450—600元。11648制成绳缆后, 每吨成本 (包括农业、工业) 1,576元 (据东方红农场成本核算), 除成本外, 每亩可获纯利润213.6—284.8元。一个单位植麻30,000亩计, 每年可开割麻田约有24,000亩, 即每年可获纯利润5,126,400—6,835,200元。尚未包括提炼海柯吉宁收益在内。

三、主要龙舌兰麻类国内外分布及生产概况

龙舌兰麻类大多数原产于中美洲墨西哥, 世界栽培面积最广的剑麻, 就是第一次从墨西哥于克丹半岛西沙尔 (Sisal) 港出口纤维而得名的。墨西哥人民自古就利用龙舌兰麻纤维制造绳索或席子、粗麻布及类似的织品。19世纪传入西印度群岛、美国南部的佛罗里达州及东非洲。20世纪以来发展较快, 现已被广泛栽培于南、北纬30度范围以内亚、非、拉广大的热带、亚热带地区。

(一) 世界分布及生产概况 世界龙舌兰麻主要分布在亚、非、拉三洲的热带、亚热带地区的二十多个国家。据报道: 1971年世界剑麻栽培面积1,267.5万亩, 占麻类总面积的16.28%。1976年收获面积为1,212万亩, 其中非洲为639万亩 (东非的坦桑尼亚占300万亩), 安哥拉约为108万亩; 拉丁美洲为553.5万亩 (其中巴西占426万亩)。收获面积巴西居第一, 坦桑尼亚第二, 安哥拉第三。

世界龙舌兰麻纤维总产量, 1976年约63万吨 (其中剑麻50.5万吨, 灰叶剑麻13万吨), 其中剑麻总产量最多为巴西16.7万吨, 居第一; 坦桑尼亚10万吨, 第二; 安哥拉6.5万吨, 第三。灰叶剑麻主要产于墨西哥。

单位面积产量, 据1976年统计, 拉丁美洲委内瑞拉18万亩, 平均亩产纤维77.8公斤; 东非马达加斯加28.5万亩, 平均亩产纤维72.4公斤; 拉美哥伦比亚60万亩, 平均亩产

纤维69.2公斤。最高单位面积产量东非坦桑尼亚9,000亩,平均亩产纤维450公斤。较大面积平均亩产达到250—300公斤。

(二) 我国分布及生产概况 我国剑麻早在20世纪初期由国外引进在台湾省高雄、恒春等地试种。后从台湾传到广东省海南岛、雷州半岛以及广西、福建等省、区种植。

东一号于二十世纪六十年代初期(1963—1964年)由东非引进我国海南岛、湛江等地经试种后,现在分布在我国北纬18—30度的广大地区,南从海南岛的崖县,北至四川省的西昌专区,东起浙江温州,东北至舟山群岛,西南至云南。目前较大面积栽培地区主要在广东、广西、福建,并已逐步推广到云南、浙江、四川等省试种。

单位面积产量,1975年广东省国营农场3.3万亩平均亩产纤维约135公斤,小面积亩产纤维已超500公斤。

我国的剑麻生产,还不能满足国民经济发展的需要,为了实现“四个”现代化,必须推广当前高产良种东一号,扩大栽培面积,提倡科学种麻,不断提高单位面积产量与总产量。

第二节 龙舌兰麻类生物学特性

一、龙舌兰麻植物学特征

剑麻、东一号等龙舌兰麻是多年生、肉质、旱生草本植物。

(一) 根 龙舌兰麻是单子叶植物,无主根,其根系具刚硬、分散和须状等三个特点。强大而浅生的根系是它们长期适应干旱地区环境的结果。这种根系有利于吸收水分、养分和抗风。

1. 根的种类和作用 龙舌兰麻种子萌发时最先突破种皮的是胚根(亦称初生根),它发育伸长达数厘米(图1—1),这条胚根(亦可认为是初生时期的“主根”),当子叶伸展后,它便逐渐停止生长。这时从茎基部的根点长出许多粗细相似纤维状的固定根(即不定根,亦称次生根)(图1—2),这些根幼嫩时呈白色,其前部(长约15—40厘米)长出许多根毛,专营吸收作用,由于根尖生长点不断分化,使根前端不断伸长,根后部表皮和皮层相继脱落,中柱外部木栓化而形成红褐色钢丝状的须根,没有吸收能力,仅起固定作用。无性繁殖或大田定植麻苗的须根系是由茎基部叶痕间发生的固定根所组成。从固定根根毛区内部中柱鞘细胞分裂而产生新的支根,较细(直径约1—2毫米),在一级支根上又长出二级支根,依此类推,从而形成强大的须根系,其主要功用在于吸收水分和养分亦兼营固定作用(图1—3)。

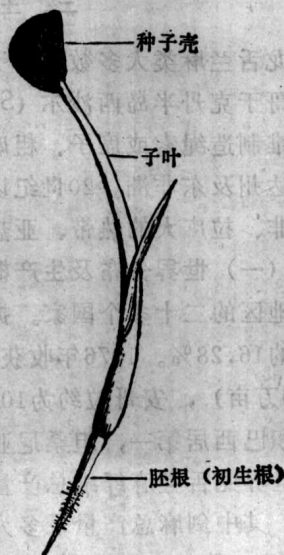


图1—1 种子萌发

2. 根的构造 龙舌兰麻的根由根冠、生长区、伸长

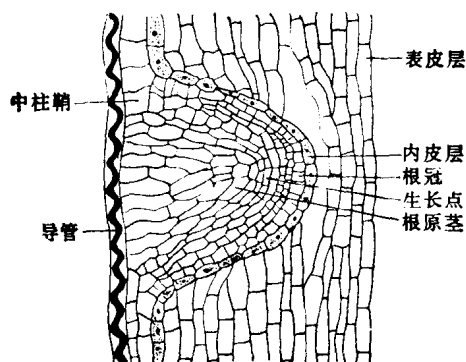


图 1—2 从固定根的根柱茎萌发支根
(纵剖图)

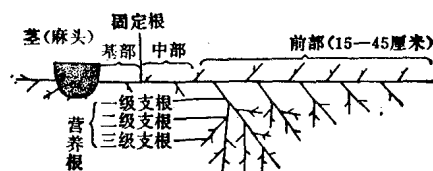


图 1—3 剑麻根系示意图
(从固定根长出营养根的情况)

区、根毛区等四部分组成(图 1—4)。

根冠：帽状由薄壁细胞组成，被戴在根尖上，钻土时起保护生长点的作用。

生长区：这一区长度约 1 毫米，由分生细胞组成。根的各部分组织都由此分裂产生，它向前分化而形成根冠，向后分化而形成伸长区。

伸长区：在生长区后面，长约 2—5 毫米，其细胞不断伸长，从而使根向前延伸，深入土中。

根毛区：在伸长区后方，营吸收作用。根毛区着生了许多根毛，这些根毛是表皮细胞的外壁向外突出而形成的。根毛寿命很短，仅 7—8 天左右，通常随着表皮组织逐渐木质化而枯死，随后根毛区又分化出新的根毛，由于自然更新快，根系经常保持着旺盛的吸收能力。

龙舌兰麻的根没有形成层，不产生次生构造，根仅依靠细胞体积增大而加粗。

根毛区内部构造：从根毛区横切面镜检可看出表皮、皮层和中柱等三个组成部分。

表皮：由最外面一层表皮细胞所构成，其上着生许多根毛。

皮层：位于表皮之内，由多层薄壁细胞所构成，其最内一层细胞为内皮层，皮层是水分和溶质从根毛到中柱的运转途径。

中柱：位于内皮层以内的中央部分。它包括中柱鞘、维管束和髓三个主要部分。中

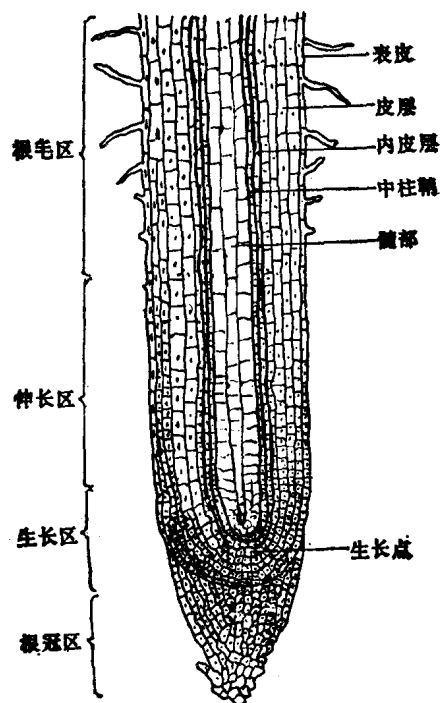


图 1—4 幼根根尖纵切图

柱鞘，由一层具有分生能力的细胞所组成，中柱鞘的根原基分裂而形成幼根，突破皮层和表皮而形成侧根；维管束，是木质部和韧皮部的总称，根的木质部与韧皮部相间排列，没有形成层，故无次生组织。木质部和韧皮部营输导作用；其中央为髓部，由许多薄壁细胞所构成，营贮藏作用（图1—5、6）。

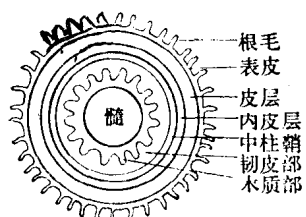


图1—5 根毛区横切面示意图

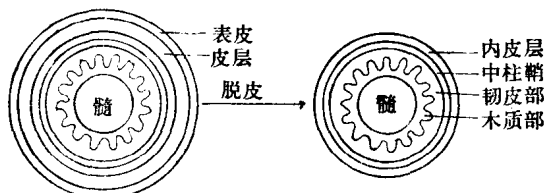


图1—6 根成熟区横切面示意图

3. 根的分布 龙舌兰麻的根系，在土壤中呈水平分布，成龄麻根幅一般约1.5—3.0米，有的可达4—5米；深度主要分布在0—40厘米的表土层中，少数可达50厘米以下。

东一号麻根系比剑麻宽而深。成龄东一号麻根幅约130—150厘米，甚至可达8米，深约80厘米，但集中在表土层下40—50厘米之间（图1—7）；成龄剑麻的根幅约100—300厘米，最长可达5米，深约60厘米，但集中在30—40厘米之间。

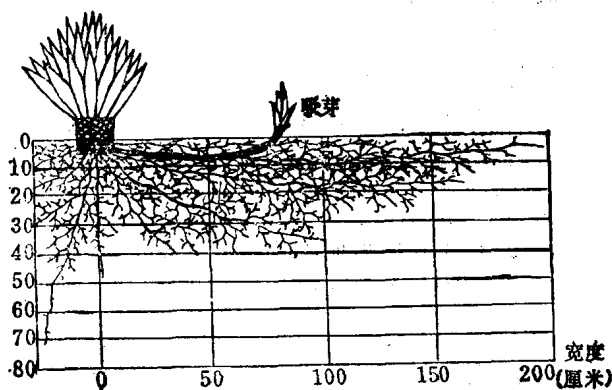


图1—7 东一号麻根系分布图

土壤疏松，土层深厚肥沃，根系则深广；反之，土壤粘结，土层浅薄，偏酸性和含钙少，地下水位高，排水不良，通气不好，则根系发育差，分布浅而窄。再就是中耕施肥也会影响根系的分布，如离茎部（即麻头，下同）50厘米处进行中耕施肥，半年后检查根系大部分（约三分之二）生长在距麻头50—150厘米的地方，距麻头50厘米的范围内却很少（约三分之一）。

总之，研究东一号和剑麻根系的生长发育及其与外界环境条件的关系，能为龙舌兰麻的速生、丰产、抗病提供科学的依据。

（二）茎和地下茎

1. 茎 龙舌兰麻的茎是植株的主轴，是叶片和花轴着生的地方。在幼苗时期呈椭圆形，整个茎为螺旋状排列的叶片所环抱，故茎不易看到，割叶后，茎干才逐渐露出并缓慢生长。

龙舌兰麻的茎粗而短，东一号的茎比剑麻高大一些，在未开花前，东一号的茎高约90—120厘米，直径约15—20厘米。

茎的构造：用龙舌兰麻地下茎的横切片镜检可以看见最外层是表皮，它是由一层薄壁细胞组成，其内方为皮层，由多层薄壁细胞组成；在整个茎内着生了许多维管束作多层同心环状排列在基本组织中。茎内没有形成层，所以茎的加粗，仅靠细胞体积的增大（图 1—8）。

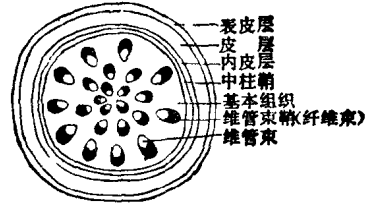


图 1—8 茎的横切面示意图

成龄植株茎的纵切面呈圆柱形。茎的外面是一层厚约 1—3 厘米的坚硬皮层，起保护作用。皮层内为白色基本组织，其中散生了许多粗纤维，但越往上纤维越少，基本组织也越幼嫩。茎端呈圆锥形，其顶端为生长点，生长点下方，由一层具有分裂能力的细胞（即分生组织）所组成，它不断向上下两方分裂，使茎干逐渐向上伸长。在“生长圆锥”上还孕育着许多叶原基和腋芽原基，它们生长发育而成为叶片和腋芽（图 1—9）。

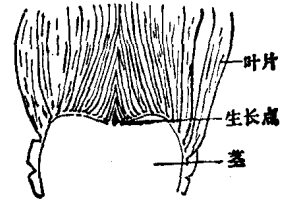


图 1—9 龙舌兰麻生长点纵切面示意图

高等植物茎的顶端分生组织、幼叶和根尖，在生长发育过程中都能合成生长调节物（growth regulating substances），在植物体中合成的叫做天然植物生长调节物（natural growth regulating substances），亦叫做植物激素（plant hormone）。据分析，天然生长调节物质有五种，它们对植物有机体产生了不同的生理作用。例如：1. 在植物生长点中合成的吲哚乙酸（Indole-acetic acid, IAA），对侧芽的萌动起抑制作用；2. 细胞分裂素（cytokinin，或称激动素、CK），能促进细胞分裂；3. 赤霉素（geberillic acid, GA.）能促茎干、叶片速生快长；4. 乙烯利（ethylene）能催果实早熟，有助于果树矮化，亦促进落叶或落果；5. 脱落酸（abscisic acid, ABA），能抑制植株生长和促进器官衰老和脱落。

植物的生长点能合成多种生长调节物质，其中最常见的是吲哚乙酸。它的运输是从上而下的极性运动（polar movement）。此外，我们还要认识到：植物生长调节物质的生理作用具两面性，这就是说：一种调节物质在高浓度的情况下起抑制作用，而在低浓度的情况却起促进作用。

龙舌兰麻苗在生长点（或顶芽）合成吲哚乙酸及其他生长调节物质，之后，它们不断从顶芽向侧芽输送、累积，由于吲哚乙酸是具有抑制性的生长调节物，它们的累积产生抑制侧芽萌动的作用。这种因顶芽存在而抑制侧芽萌发的相关现象，在植物生理学上叫做“顶端优势”。在龙舌兰麻繁殖过程中，人们采用钻心（或破头挖心）等方法破坏幼苗的生长点，解除顶芽的优势，促进侧芽又多又快的萌发，从而达到快速繁殖种苗的目的，这就是采用钻心（或破头）的方法能够快速繁殖龙舌兰麻种苗的理论依据。

我们还应该认识到：在钻心（或破头）前，麻苗的侧芽由于抑制物质（吲哚乙酸等）的累积而浓度增加，表现了抑制侧芽萌动的作用；钻心（破头挖生长点）后抑制物质的浓度迅速下降，终于停止输送，在低浓度乃至没有抑制物质补充的情况下，侧芽获得了萌芽的条件，就迅速萌发生长了。

除了天然植物生长调节物之外，还有人工合成的植物生长调节物（synthetic plant

growth substances), 这一类调节物例如: 萘乙酸 (NAA), 比久 (B_9), 矮壮素 (CCC) 和乙烯利 (Ethrel) 等, 它们可以分别用来加速种苗繁殖, 提高作物产量, 增强杂交后代的抗性等, 在农业上用途很宽广, 效果亦很显著。

龙舌兰麻茎内的维管束主要起输导作用和支固作用, 基本组织则为贮存器官, 茎基部贮存有淀粉, 而茎端则含有单糖等。茎的大小、贮存养分的多少, 亦与麻株的健壮生长有关。

2. 地下茎 龙舌兰麻地下茎 (又称地下走茎、根茎、吸芽), 它由茎基部节上的休眠芽萌发而成。地下茎呈扁圆形, 条状, 肉质, 柔软, 白色乃至浅黄色, 见光后变绿, 多节, 节上有根点, 能生根, 亦有鳞片 (退化叶), 其腋部着生潜伏芽。走茎的顶芽露出地面而成吸芽 (图 1—10)。吸芽和走茎都可用作种苗繁殖材料。

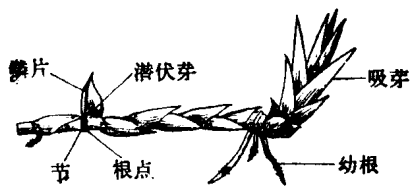


图 1—10 走茎、吸芽

龙舌兰麻的走茎是 (主) 茎的延续, 其内部构造, 基本上与茎部相同。

龙舌兰麻走茎萌发的时间和数量因种类而异, 东一号定植后 1—2 年后开始萌发, 每年约 3—4 条, 2—3 年后, 每年约 6—8 条, 每条长约 20—30 厘米, 直径约 1—3 厘米; 剑麻定植后 1—1.5 年后开始萌发, 每年约 3—5 条, 2—3 年后每年达 5—10 条, 每条长约 30—50 厘米, 直径 3—4 厘米。

3. 吸芽 走茎的顶芽露出地面, 生长发育而成为吸芽。一个吸芽具有叶片、幼茎和不定根等三部分, 连体时, 少数不定根从节上的根点长出; 切离母体后, 生育过程中, 幼根逐渐生长发育, 而能吸收土壤水分和养分, 营独立生活。从大田收集作为繁殖材料的吸芽, 往往由于株龄不一致, 影响更新工作, 但为了解决种苗不足, 今后吸芽仍须选择利用。并要求通过农业措施培育壮苗, 尽早定植。

(三) 叶 龙舌兰麻的叶片, 螺旋形着生在茎上, 是麻株生长发育最旺盛的器官。我们栽培的目的就是利用它的叶片抽取纤维。

1. 叶的形态 龙舌兰麻的叶片, 是从茎端生长点周围的叶原基生长发育而成; 幼叶时互相包卷, 形成叶轴; 展开的叶丛状似莲座。

叶片剑形、肉质、硬质、狭长, 叶尖上有 1—2 厘米的顶刺, 叶缘无刺或有刺, 叶面有白色蜡粉, 叶色黄乃至深绿。叶腋中有一个腋芽, 一般呈休眠状态。

叶片的长短, 蜡粉的多少, 叶色的深浅, 有无叶缘刺, 叶片的疏密, 常因种类、栽培条件、株龄及叶片成熟度而不同 (见下页表)。

2. 叶的构造 龙舌兰麻的叶片肥厚多汁, 其外部形态和内部构造都具有旱生特性 (图 1—11), 角质层较厚, 上有蜡粉 (含蜡约 20%), 能防止水分蒸发, 上、下表皮都有一层较厚的角质层, 气孔深陷在表皮内方, 为下陷气孔 (图 1—12、13), 气孔由两个保卫细胞和一个气室所组成, 出口处具纤毛, 下陷的气室和纤毛而且昼闭夜开, 都是为了保水防旱; 气孔并有吸收二氧化碳, 吐出氧气和吸收水蒸气的能力。叶片两面的气孔数目相等。上下表皮内面为 3—5 层长方形的薄壁细胞所组成的栅状组织, 其中富含叶绿体, 营光合作用。叶片的中间部分是海绵组织, 由多层近似六角形的薄壁细胞所组

主要龙舌兰麻叶片形态比较

种 类	叶 片 颜 色		蜡 粉	叶 形	叶 长 (厘米)	叶 宽 (厘米)	叶 缘
	幼 嫩	老 熟					
东 一 号	深蓝绿色	蓝绿色	多	短略宽	100/140	13—15	无 刺
剑 麻	深绿色	黄绿色	少	长略窄	100/150	10—14	无刺或有刺
番 麻	灰绿色	灰绿色	多	较 宽	约130	14—18	有刺、小刺或无刺
灰叶剑麻	灰绿色	灰绿色	多	长略窄	100/150	10—14	有 刺
假菠萝麻	黄绿色	黄绿色	少	短 窄	50—70	6—8	有 刺
亚洲马盖麻	绿 色	绿 色	少	长 窄	120/150	8—9	有 刺

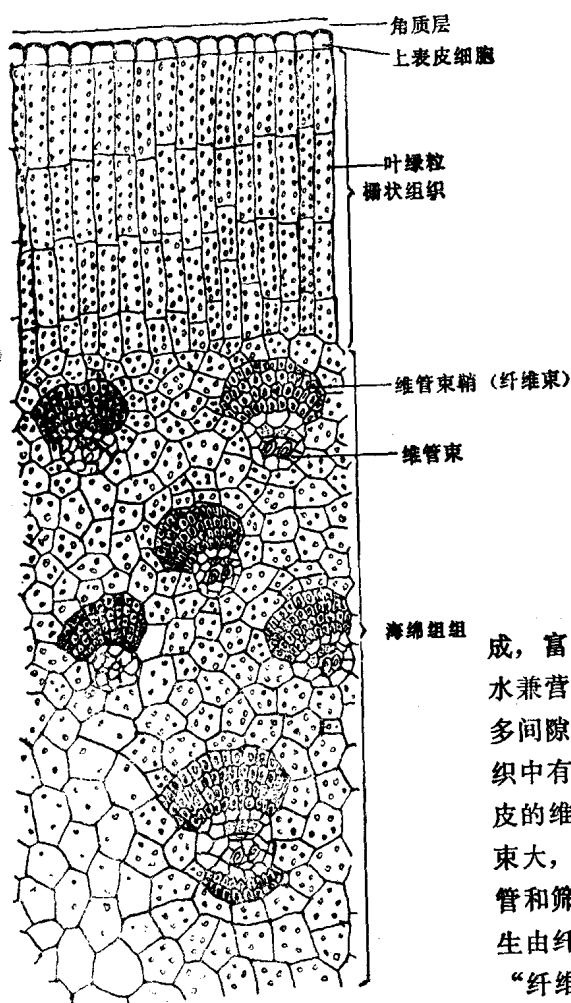


图 1—11 影响叶片横切面图

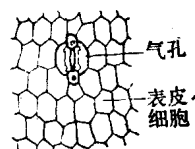


图 1—12 剑麻气孔

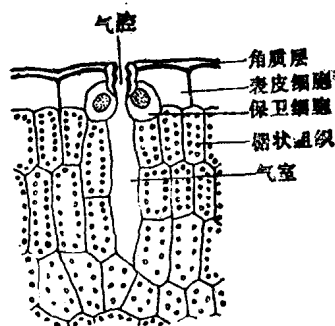


图 1—13 剑麻气孔剖面示意图

成，富含水分（约占70%）和叶绿体，专营保水兼营光合作用；同时，海绵组织存在着许多间隙，为叶片内部气体交换的渠道。海绵组织中有规则而分行地着生许多维管束，靠近表皮的维管束小，分布密集；靠近叶片中部的维管束大，分布稀，平行排列于叶内。维管束由导管和筛管组成，营输导作用，其一侧或两侧着生由纤维细胞所组成的维管束鞘（生产上通称“纤维束”），营支持作用。我们所利用的纤维是从纤维束抽取出来的。从生态学看，龙舌兰麻叶片肥厚多汁。其外部具有较厚的角质层，

气孔下陷，气室开口处有纤毛，海绵组织发达，富含水分，这些都是典型的旱生结构。因此，东一号和剑麻都是耐旱能力强大的叶纤维作物。