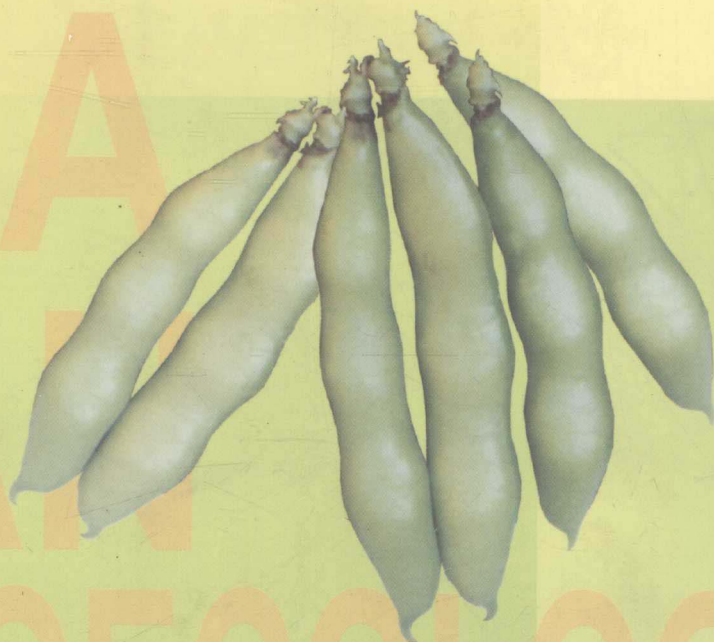


蚕豆

生理生态学

FABA BEAN PHYSIOECOLOGY

夏明忠 编著



四川大学出版社



蚕豆生理生态学

夏明忠 编著



四川大学出版社

责任编辑:黄文龙
责任校对:余 蓉
封面设计:罗 光
责任印制:曹 琳

图书在版编目(CIP)数据

蚕豆生理生态学 / 夏明忠编著. — 成都:四川大学出版社, 2003.3
ISBN 7-5614-2589-9
I. 蚕... II. 夏... III. 蚕豆-生理学:生态学
IV. S643.601
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 020633 号

书名 蚕豆生理生态学

作 者 夏明忠 编著
出 版 四川大学出版社
地 址 成都市一环路南一段 24 号 (610065)
印 刷 西南冶金地质印刷厂
发 行 四川大学出版社
开 本 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张 13.5
字 数 315 千字
版 次 2003 年 4 月第 1 版
印 次 2003 年 4 月第 1 次印刷
印 数 001~800 册
定 价 30.00 元

版权所有◆侵权必究

◆读者邮购本书,请与本社发行科
联系。电 话:85408408/85401670/
85408023 邮政编码:610065 *
◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回印刷厂调换。
◆网址:www.scupress.com.cn

内容简介

本书是蚕豆生理生态学研究专著,其中大部分内容是作者多年的研究成果,展示了我国蚕豆生理学、生态学、形态学诸方面的研究水平。全书共九章,分别阐述了蚕豆的形态特征与器官功能,蚕豆对环境条件的要求,蚕豆的生长发育,蚕豆光合生理,蚕豆水分生理,蚕豆营养生理,蚕豆根瘤固氮,蚕豆激素生理,蚕豆花荚脱落。本书资料系统翔实,有较强的针对性和实用性,对蚕豆栽培、蚕豆遗传育种、加工等工作有重要指导作用。

本书对从事豆类科研和技术推广的科技工作者和农业院校师生均有阅读价值。

前 言

十年前(1992年),我们根据“蚕豆栽培生理及其应用研究”课题的研究资料,编著了我国第一本《蚕豆栽培生理》专著。该书把蚕豆生命规律和生物学特征及栽培技术有机地结合起来,从蚕豆栽培的实际出发,用生理学、生态学的观点分析和解决生产中存在的问题,以便合理地安排栽培技术措施,调节和控制蚕豆的生长发育,把蚕豆栽培技术建立在可靠的生理学基础上。实践证明,该书对于指导我国蚕豆生产和科研起到了一定的作用。

十年过去了,我国蚕豆生产发展今非昔比,蚕豆生理学、生态学研究取得丰硕成果,特别是我国云南、浙江、甘肃、四川、重庆等省(市)在此方面做了大量工作,发表了不少高质量的科研论文,创造了不少高产优质的丰富经验。系统地总结、提炼蚕豆生理学、生态学的研究成果,在十年前出版的《蚕豆栽培生理》基础上形成新的专著,对于我国蚕豆科研和生产,将起到承前启后的重要作用。本书既是对《蚕豆栽培生理》的补充完善,又不同于《蚕豆栽培生理》。本书在内容上主要取材于近十年来的研究新成果、生产新经验、公开发表的新论文,以形态学、生理学和生态学为主线,阐明蚕豆生长发育规律及与外界环境的关系,力求做到理论上具有创新性,生产上具有实用性。本书对蚕豆栽培、遗传育种、加工等方面的工作有指导作用,对从事豆类科研和技术推广的科技工作者和农业院校师生均有阅读价值。

本书共计九章,即蚕豆的形态特征和器官功能,蚕豆对环境条件的要求,蚕豆的生长发育,蚕豆的光合生理,蚕豆的水分生理,蚕豆的营养生理,蚕豆的根瘤固氮,蚕豆的激素生理和蚕豆的花荚脱落。书中主要参考了国内蚕豆生理生态学研究成果,也引用了少量国外资料,其中大部分是我们自己的试验研究、理论与实践探索成果。

在本书编写过程中,得到了云南省昆明市人大副主任叶茵高级农艺师、浙江省农科院郎丽娟研究员、甘肃省农科院赵群研究员、西南农业大学鲍思伟硕士的大力支持和帮助,他们为本书的编写提供了重要参考资料,其中有的是他们自己的研究成果。西昌农业高等专科学校赵益强副教授、张学权博士以及柳刚老师等也为本书的出版做了大量的工作,谨此一并致以诚挚的谢意!

限于我们的水平和认识的局限性,书中难免有不当之处,恳请同行、专家和读者批评指正。

夏明忠

2002年12月

目 录

第一章 蚕豆的形态特征与器官功能	(1)
第一节 根 系	(1)
一、蚕豆根的组成	(1)
二、蚕豆根尖结构	(2)
三、蚕豆根端细胞学	(2)
第二节 根 瘤	(3)
一、蚕豆根瘤的组成	(3)
二、蚕豆根瘤的形成	(3)
第三节 茎 秆	(5)
一、蚕豆茎秆的特征	(5)
二、蚕豆的分枝特征	(5)
三、蚕豆茎秆对籽粒产量的贡献	(6)
四、蚕豆茎秆内皮层的形成	(7)
第四节 叶 片	(7)
一、蚕豆叶的组成	(7)
二、蚕豆叶横切面的构成	(8)
三、叶的贡献	(9)
第五节 花	(10)
一、蚕豆花的特征	(10)
二、蚕豆花的组成	(10)
第六节 荚 果	(11)
一、蚕豆荚果的特征	(11)
二、蚕豆荚果的贡献	(11)
三、蚕豆花蕾细胞学	(12)
第七节 种 子	(13)
一、蚕豆种子的特征	(13)
二、蚕豆种子的组成	(13)
三、影响蚕豆种子品质的因素	(14)
主要参考文献	(14)
第二章 蚕豆对环境条件的要求	(15)
第一节 温 度	(15)

一、蚕豆是耐寒喜温作物·····	(15)
二、蚕豆各生育时期对温度的要求·····	(16)
三、不同蚕豆的生态区温度·····	(17)
四、温度对蚕豆的生理效应·····	(19)
第二节 光 照 ·····	(23)
一、蚕豆属于长日照作物·····	(23)
二、蚕豆属于喜光作物·····	(26)
三、蚕豆需光的关键期·····	(31)
第三节 水 分 ·····	(32)
一、蚕豆是需水较多的作物·····	(32)
二、蚕豆不同生育时期的需水特点·····	(32)
第四节 土 壤 ·····	(34)
一、蚕豆要求肥力较高的土壤·····	(34)
二、蚕豆要求和其他作物轮作·····	(34)
第五节 矿质营养·····	(35)
一、蚕豆的灰分元素组成·····	(35)
二、矿质元素的生理功能·····	(36)
主要参考文献·····	(40)
 第三章 蚕豆的生长发育 ·····	(41)
第一节 蚕豆的营养生长·····	(41)
一、种子萌发·····	(41)
二、幼苗生长·····	(45)
第二节 蚕豆营养生长和生殖生长并进期·····	(49)
第三节 蚕豆的生殖生长·····	(51)
一、花芽分化·····	(51)
二、受精过程·····	(54)
三、开花结荚·····	(57)
四、鼓粒成熟·····	(58)
五、蚕豆硬实·····	(61)
主要参考文献·····	(63)
 第四章 蚕豆的光合生理 ·····	(65)
第一节 蚕豆光合作用的特性·····	(65)
一、蚕豆的碳素同化·····	(65)
二、蚕豆光合产物的转移和分配·····	(66)
第二节 蚕豆光合作用的生理生态·····	(68)

一、外部因素·····	(68)
二、内部因素·····	(76)
第三节 蚕豆的光合性能与产量·····	(79)
一、光合作用与蚕豆产量·····	(79)
二、蚕豆的光合面积与产量·····	(82)
三、蚕豆的光合能力与产量·····	(84)
四、蚕豆的光合时间与产量·····	(85)
第四节 蚕豆的群体光能利用·····	(86)
一、蚕豆的群体光能利用·····	(87)
二、蚕豆不同种植方式的光能利用率·····	(88)
三、蚕豆的群体结构与光分布·····	(89)
主要参考文献·····	(94)
 第五章 蚕豆的水分生理 ·····	(95)
第一节 蚕豆的需水规律·····	(95)
一、水对蚕豆的生理生态作用·····	(95)
二、蚕豆的需水量·····	(96)
三、蚕豆的需水特点·····	(96)
第二节 蚕豆的蒸腾作用·····	(100)
一、蚕豆的气孔运动与蒸腾·····	(100)
二、影响气孔运动和蒸腾作用的因素·····	(102)
第三节 蚕豆生长发育与水分的关系·····	(105)
一、水分与叶片生长·····	(105)
二、水分与蚕豆植株体的水分状况和物质代谢·····	(107)
三、水分与蚕豆膜脂过氧化作用及膜保护系统·····	(114)
四、水分与蚕豆光合作用·····	(117)
五、水分与蚕豆生产速率·····	(121)
六、水分与蚕豆养分吸收·····	(123)
七、水分与蚕豆花荚脱落·····	(123)
八、水分与蚕豆产量·····	(124)
九、涝害对蚕豆生长发育的影响·····	(125)
第四节 蚕豆的抗旱性·····	(128)
一、蚕豆抗旱性的鉴定·····	(128)
二、提高抗旱性的途径·····	(134)
主要参考文献·····	(136)

第六章 蚕豆的营养生理	(137)
第一节 蚕豆的化学组成	(137)
一、碳水化合物	(137)
二、脂 肪	(138)
三、蛋白质	(139)
四、其他物质	(140)
第二节 蚕豆的养分吸收积累	(146)
一、有机物的积累过程	(146)
二、营养元素的积累过程	(149)
第三节 影响蚕豆矿质元素吸收积累的因素	(152)
一、营养元素的影响	(152)
二、土壤水分的影响	(153)
三、光照条件的影响	(155)
四、其他因素的影响	(155)
主要参考文献	(156)
第七章 蚕豆的根瘤固氮	(157)
第一节 蚕豆根瘤菌的特点	(157)
一、蚕豆根瘤菌及其共生作物	(157)
二、蚕豆根瘤菌共生关系的专一性	(158)
三、根瘤菌接种	(158)
第二节 蚕豆根瘤的固氮过程	(160)
一、蚕豆根瘤的形成	(160)
二、根瘤的固氮特点	(161)
三、固氮生理学	(162)
第三节 影响蚕豆根瘤固氮的因素	(164)
一、温 度	(164)
二、土壤水分	(165)
三、营养元素	(165)
四、盐渍度	(167)
五、有机农药	(167)
六、光合产物	(167)
七、光照时间	(170)
主要参考文献	(170)
第八章 蚕豆的激素生理	(171)
第一节 生长调节物质的类型及其在蚕豆上的应用效果	(171)

一、用于蚕豆生长发育的植物激素或生长调节剂·····	(171)
二、影响生长调节剂效果的因素·····	(173)
第二节 生长调节剂对蚕豆生长发育的影响·····	(177)
一、生长调节剂对蚕豆种子萌发和根系生长的影响·····	(177)
二、生长调节剂对蚕豆植株性状的影响·····	(178)
三、对蚕豆产量及产量因素的影响·····	(179)
第三节 生长调节剂在蚕豆杂草防除中的应用·····	(180)
一、生长调节剂在蚕豆杂草防除中的应用·····	(181)
二、除草剂的类型及其作用原理·····	(181)
主要参考文献·····	(183)
 第九章 蚕豆花荚脱落 ·····	(184)
第一节 蚕豆蕾花荚脱落的特点·····	(184)
一、不同类型蚕豆的花荚脱落·····	(184)
二、不同蚕豆的器官脱落·····	(185)
三、不同年份蚕豆的花荚脱落·····	(185)
四、不同部位的花荚脱落·····	(186)
第二节 花荚脱落的原因·····	(187)
一、器官生长竞争的影响·····	(188)
二、不同授粉方式的影响·····	(194)
三、内源激素的影响·····	(195)
四、环境因素的影响·····	(196)
第三节 稳花保荚的途径·····	(203)
主要参考文献·····	(203)

第一章 蚕豆的形态特征与器官功能

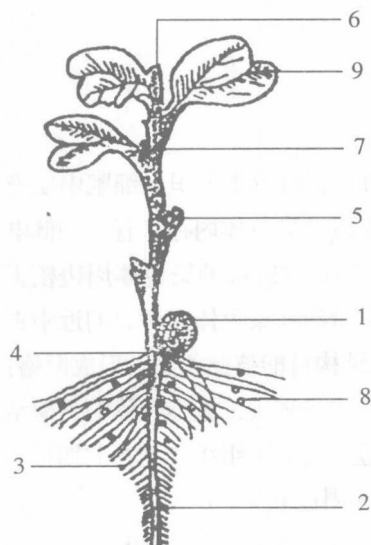
蚕豆有一年生（春播）和越年生（秋播）之分。植物器官可分为根、茎、叶、花、荚和种子六个部分。

第一节 根系

一、蚕豆根的组成

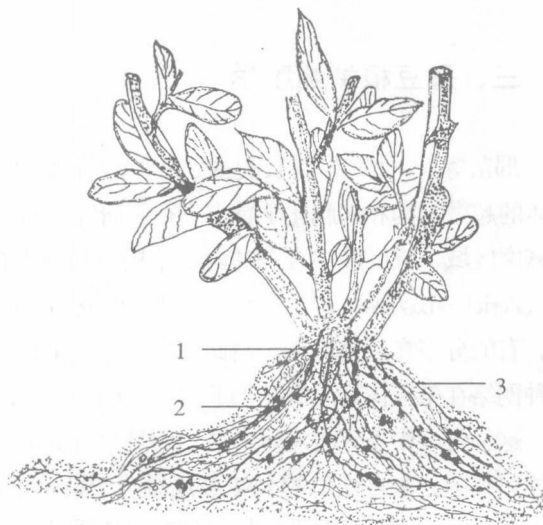
蚕豆根由主根、侧根和根瘤三部分组成（图 1-1）。其功能是吸收养分和水分，也有一定的固定、支撑植株的作用；并具有共生固氮菌作用，即有固定游离态氮的能力。所以蚕豆根是生长发育极为重要的部分。

在种子萌发时，首先长出一条胚根，其尖端有一个生长点。生长点细胞不断分裂，根即生长。主根、侧根及其由此而发生的分枝根形成了庞大的圆锥根系（图 1-2）。其主根入土很深，可达 80cm~150cm，因此能够利用其他作物很难吸收利用的土壤深层的营养元素，尤其是可将钙素等带到土壤上层来，为当季或后季作物所利用。主根上着生许多侧根，于近地表上部是水平分布，展延 50cm~80cm 以后向下生长，入土深达 80cm~110cm，但大部分根



1. 种子 2. 主根 3. 侧根 4. 下胚轴 5. 基叶
6. 顶芽 7. 托叶 8. 根瘤 9. 复叶

图 1-1 蚕豆幼苗^[1]



1. 主根 2. 根瘤 3. 侧根

图 1-2 蚕豆根系^[1]

系集中分布于 30cm 土层之内。

二、蚕豆根尖结构

蚕豆植物不论是主根、侧根还是分枝根，在适宜条件下都能依靠根尖作用进行伸长生长。每条根尖端的 2cm ~ 3cm 一段为根尖。根尖从顶端起，可分为根冠、分生区、伸长区和根毛区。各区的生理机能不同，其细胞的形态结构都有相应不同的特点。根冠位于根尖的顶端，是由许多薄壁细胞组成的冠状结构。分生区大部分被根冠包围着，是产生新细胞的主要地方，故又称生长点，它们具有强烈的分裂性能。伸长区是由分生区距根尖顶端较远的细胞，因分裂活动愈来愈弱，开始伸长生长和分化，逐渐转变而成。由于伸长区的许多细胞同时迅速伸长的结果，就形成了根尖伸入土层的推动力。根毛区位于伸长区之上，全长由几毫米到几厘米不等，随环境条件不同而异；根毛区表面密被根毛，是植株吸水的主要部分（图 1-3）。

据研究，蚕豆种在浅土中，主根发育受到阻碍，而侧根发育良好。据报道，在地下 13cm ~ 16cm 处切断主根，对植株生长并无多大影响。但如果在近地面处切断主根或主要侧根，就会明显损伤植株的发育。因此，蚕豆宜种植在较为深厚的土壤之中，而且在进行中耕松土时，注意把握好时间、深度和方法，以免伤害近地面根系。

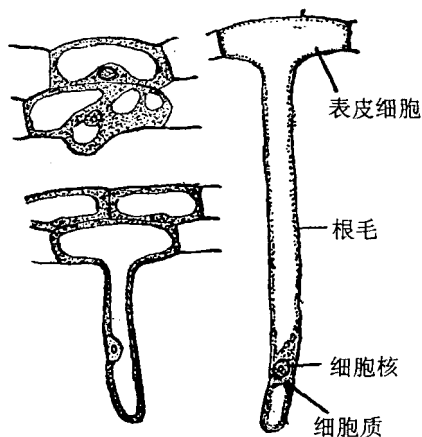


图 1-3 根毛的结构

（据广西农林学院，《植物学》，1976 年）

三、蚕豆根端细胞学

邢苗等人（1989）以长荚蚕豆品种“南通三白”为材料，对蚕豆根端分生组织上细胞中期染色体的超微结构和细胞化学特点进行了研究。在常规染色样品中发现，染色体内存在着一些低电子密度区域，该区域中有一种内在结构，这种内在结构是由直径 15nm ~ 20nm 的染色体周边核蛋白（Perichromosomal, RNP）颗粒和纤维组成的。这种 RNP 结构有的分布在染色体模切面的近中央区，有的分布在近边缘区。由此可见，根尖染色体中的这种 RNP 结构可能彼此相连，形成网络；这种网络在染色体高层次结构的维系、稳定等方面发挥作用。它相当于根尖细胞染色体的骨架结构，这种骨架中不仅含有蛋白质，而且含有 RNA。观察证实，蚕豆根端分生组织细胞在前期核仁解体过程中，来自核仁的 RNP 物质结合于染色体表面，形成染色体周边 RNP。

根尖细胞在分裂周期中，间期染色质经过集缩形成染色体，染色体又通过解集缩形成间期染色质。采用长荚品种“优系 50 号”对蚕豆根端分生组织染色体集缩和解集缩过程中的螺旋结构进行电镜观察表明，在有丝分裂前期的集缩过程中，根尖细胞染色体横切面为直径约 0.5 μ m 的染色质纤维形成的环状结构；染色体纵切面上存在着平等排列的 0.5 μ m 的染色

质纤维，它们与染色体长轴所成的角度近似直角。这些纤维盘绕成明显的螺旋结构。

蚕豆根尖细胞学效应受到多种因素的影响，其中有的化学诱变剂使其细胞染色体畸变，从而为蚕豆诱变育种提供了基础。据朴铁夫等人（1995，1996）报道， $5\mu\text{g}/\text{ml}$ 浓度的 4 硝基喹啉-1-氧化物（4NQO）处理后，蚕豆根尖细胞有断片、染色体桥、染色体桥+断片和微核 4 种畸变型。但 4NQO 处理浓度大于 $10\mu\text{g}/\text{ml}$ 时，会严重抑制蚕豆根尖细胞分裂。先用 $5\mu\text{g}/\text{ml}$ 浓度的 4NQO 处理植株后，再用 $10\text{mol}/\text{L}$ 苯甲酰胺处理，所诱变的蚕豆根尖细胞染色体畸变率（5.89%）明显高于 4NQO 单独处理（2.95%）及 4NQO + 苯甲酰胺混合处理者（3.57%），表明苯甲酰胺对 4NQO 造成的 DNA 损伤有明显的抑制修复作用。

第二节 根 瘤

一、蚕豆根瘤的组成

蚕豆主根、侧根及各级分枝根上簇生许多根瘤，它们由皮层、无类菌体组织、分生组织、类菌体组织和维管束等组成。固氮任务是由类菌体完成的（表 1-1）。固氮根瘤菌是一种好气性细菌，具有固氮能力。在没有蚕豆植株存在时，也可在土壤中进行独立的腐生生活；在种植蚕豆以后，根瘤菌就从根毛表皮细胞进入根的初生皮层，并快速繁殖，而蚕豆根部细胞在根瘤菌侵入的刺激下强烈地分裂，形成了由纤维素和半纤维素为主体的包裹着的根瘤细菌的瘤状突起（图 1-4）。一般细菌面积占根瘤总面积的 40% ~ 50%。据研究，在 $2\ 250\text{kg}/\text{hm}^2$ 的蚕豆中，可固氮 236.1kg，除满足自身需要外，还有 75kg 的氮残留于土壤中。

表 1-1

蚕豆根瘤的组成^[8]

根瘤生长 天数 (d)	根瘤面积 (mm^2)	外皮面积 (mm^2)	无类菌体 (mm^2)	分生组织 (mm^2)	类菌体 (mm^2)	类菌体占 总面积的 比例 (%)
20	0.780 ± 0.059	0.224 ± 0.038	0.209 ± 0.054	0.035 ± 0.005	0.298 ± 0.020	39.620
40	1.186 ± 0.061	0.253 ± 0.035	0.169 ± 0.015	0.112 ± 0.020	0.643 ± 0.039	54.200

蚕豆的每个根瘤都是一个固氮的器官。蚕豆植物的叶面利用光合作用提供的碳源固定空气中的氮素，根瘤内的细菌——根瘤菌为光合作用提供了氮源，相互间形成了一个典型的共生关系。与蚕豆共生的根瘤菌是属于豌豆族的豌豆根瘤菌，它是我国 8 种常见根瘤菌中感染最广泛的一种。它可以在豌豆属、蚕豆属、小豆属和鹰嘴豆属等植物上共生，构成“互接种族”关系。据研究，蚕豆的这种共生固氮能力满足了本身氮需要的 2/3，尚缺的 1/3 氮必须从肥料和土壤中补充。

二、蚕豆根瘤的形成

蚕豆定苗以后，土壤中的杆状根瘤菌被根毛分泌的有机物质所吸引而聚集在根毛的周

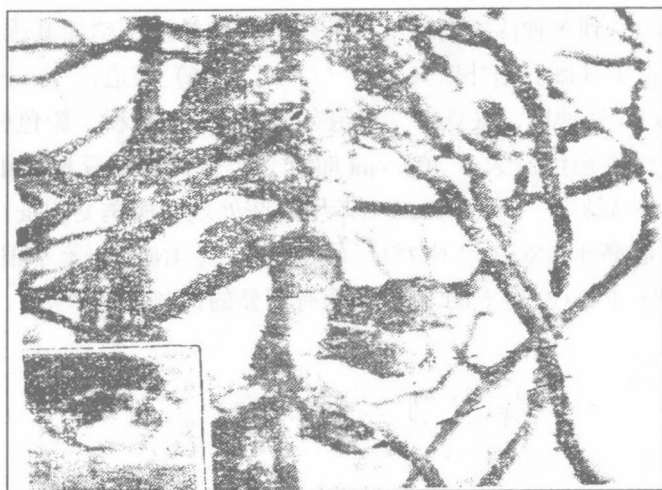
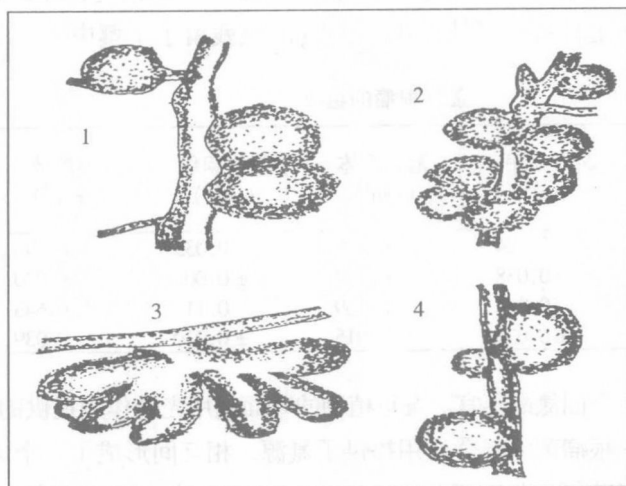


图 1-4 结瘤的蚕豆 (*Vicia faba*) 根系^[2]

围。它们把根毛细胞溶解而沿蚕豆根毛细胞入侵到皮层内部，所经过的路线叫侵入线；最后到达幼根的皮层细胞内，进行繁殖。许多皮层细胞受到根瘤菌侵入的刺激，进行畸形分裂，增加新细胞，形成根瘤。在蚕豆苗长出 4~5 叶时，根上呈现小突起，到 6~7 叶时出现粒状瘤，到 9~11 叶时粒状瘤增生成姜块状的复瘤（图 1-5）。现已查明根瘤侵入线是豆科植物安置的，侵入线外部由纤维构成，里面是半纤维素包着根瘤菌。



1. 大豆 2. 蚕豆 3. 豌豆 4. 花生

图 1-5 几种豆科作物根瘤比较

（据广西农林学院，《植物学》，1976 年资料）

在蚕豆根系中的根瘤，可分为复瘤、中等瘤和小瘤三级。固氮速率高的复瘤，主要分布于主根上，所以移栽、补苗务必于菌体小时带土连根移植。据江苏南通农科所观察，秋播蚕豆根瘤菌的生长过程是苗期弱，中期盛，后期衰。尽管在 11 月上旬出苗时见根瘤，但在越

冬期 90~100d 内, 根瘤因寒冷生长缓慢, 待春暖气温回升时, 根瘤生长才逐渐转快。一般田块的蚕豆自结荚期起根瘤便开始衰老, 但如有氮素肥料相配合, 可延缓根瘤衰老, 成熟时仍有部分粉红色的根瘤。

第三节 茎 秆

一、蚕豆茎秆的特征

茎秆的功能在于支撑叶片和荚果, 也是决定叶面积分布与结荚部位的合理配置的重要因素, 同时具备输送养分和水分之功能。

蚕豆茎秆为草质茎, 直立 (也有些原始类型为蔓生或半蔓生), 呈四棱形, 表面光滑无毛, 质柔嫩, 中空多汁。其高度差异甚大, 从 30cm 到 180cm 不等, 一般早熟品种较矮, 晚熟品种较高。幼茎淡绿色, 有的品种上部茎呈浅紫色, 成熟后变为黑褐色。茎从子叶的两腋长出, 通常直立不倒伏, 但有些品种在结荚时易倒伏。据研究, 蚕豆茎秆高度及粗细与栽培管理条件关系极大, 而节间距离和茎秆粗细都与构成产量诸因素相关联 (表 1-2), 一般在 3 750kg/hm² 以上的秋播群体中, 单枝茎粗应达到 0.7cm 以上。

表 1-2 节间距与茎粗和茎枝结荚的关系^[8]

密 度 (万株/hm ²)	株 高 (cm)	节 距 (cm)	茎 粗 (cm)	荚/枝
77.6	111.9	5.68	0.71	2.7
73.2	98.8	5.27	0.78	3.00
43.5	90.0	4.30	0.87	5.23

茎秆横剖面可见到大部分维管束集中到四棱角上, 如同亭柱式的布局, 使结构加固。由此, 蚕豆较其他植株抗倒性强。

二、蚕豆的分枝特征

蚕豆的分枝能力比较强, 第一次分枝多数是从主茎基部两个节的叶腋中发生, 一般可达 4~6 个, 个别的也有从第三叶或子叶节的叶腋中发生。主茎 4 节以上的腋芽一般停止发育。据叶绍坤 1981—1983 年在湖北对“启豆一号”观测, 主茎 1~4 叶位分枝发生率分别为: 1 叶位 90%, 2 叶位 70%, 3 叶位 15%, 四叶位 5%。可见, 叶位越高发生分枝的可能性越小。

在第一次分枝上还可以发生第二次分枝 (图 1-6), 在单株栽培、条件优异时, 还可



1. 主茎 2. 分枝

图 1-6 蚕豆的主茎和分枝^[1]

能发生第三次分枝。不过，二次分枝发生迟，发育往往不良，即使能开花、结荚，也总是荚小粒少；所以二次分枝往往属于无效分枝，一般都不能正常发育成荚。因此，在施肥管理上，要促进主茎基部两个节间最先发出的两个分枝，充分发挥其生长优势，以抑制第二次分枝，并割掉主茎，两者结合对多开花、多结荚，提高籽粒产量具明显的作用。

三、蚕豆茎秆对籽粒产量的贡献

关于茎秆对产量的作用问题，夏明忠等人（1993）曾利用去全叶、遮茎秆、遮荚果等方法研究蚕豆茎秆和荚果对籽粒产量的贡献。结果发现，就单个光合器官而言，1991年，遮茎秆减产12%左右，1992年减产20%左右（图1-7）。由此可见，蚕豆茎秆对籽粒产量的贡献率平均为16%左右。

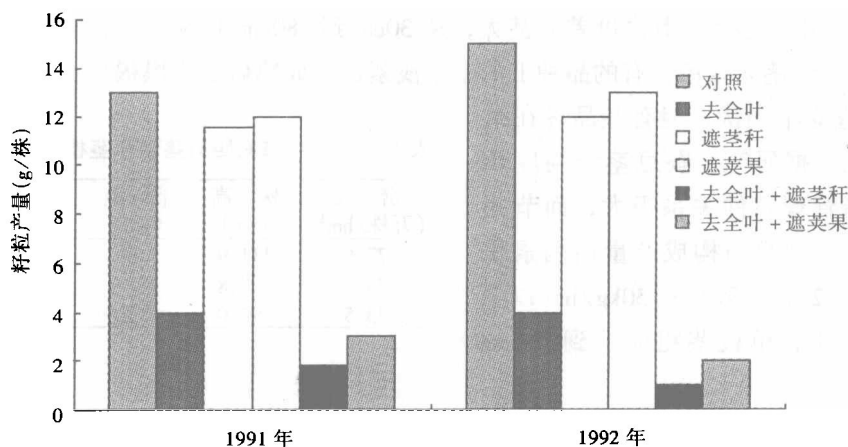


图 1-7 茎秆和荚果对籽粒产量的影响^[3]

不同器官对籽粒产量的贡献率不同，与不同器官的光合面积和叶绿素含量有关。在盛荚期测定植株不同器官的绿色面积发现，蚕豆光合面积以叶片为主，两年平均值达475cm²/株，占总光合面积的71.2%；茎秆占24.4%，而荚果仅为4.4%。茎秆的光合面积大于荚果（表1-3）。在蚕豆盛荚期测定上、中、下部不同光合器官的叶绿素含量，结果表明，就植株叶绿素含量而言，叶片（7.4mg/株）大于茎秆（1.44mg/株），大于荚果（0.36mg/株）。叶片的叶绿素含量占植株总含量的80%以上，而茎秆和荚果只分别为16%和4%（表1-3）。

表 1-3 蚕豆不同光合器官的光合面积和叶绿素含量^[3]

器 官	光 合 面 积		叶 绿 素 含 量		
	单株面积 (cm ²)	占单株总面积 (%)	单位面积含量 (mg/dm ²)	单株含量 (mg/株)	占总株含量 (%)
叶 片	475.5	71.2	1.560	7.403	80.36
茎 秆	163.2	24.4	0.888	1.448	15.72
荚 果	29.4	4.4	1.288	0.361	3.92
总 计	668.1	100	100	9.212	—

由表 1-3 可知, 尽管蚕豆荚果单株总光合面积和叶绿素含量并不高, 但深绿色幼荚单位光合面积叶绿素含量比茎秆高 38%, 所以对籽粒产量的贡献几乎是本身单株面积和总叶绿素含量的 2 倍; 而茎秆则因单位光合面积叶绿素含量较低, 对籽粒产量的贡献只有本身单株光合面积的 50% 左右。

四、蚕豆茎秆内皮层的形成

在维管植物的气生茎中, 一般没有形成可分辨的内皮层, 但一些环境条件可以影响内皮层的形成。蒋小满等人 (1999) 用春蚕豆幼苗研究茎秆内皮层的栓化情况表明, 在高光照、低光照和黑暗条件下培养 5d 的蚕豆幼苗茎中均无凯氏带的出现, 而在 6~7d 时, 在低光照和黑暗条件下的茎中凯氏带迅速形成, 8~9d 时其部位基本稳定; 在高光照下始终不见凯氏带出现。由此可见, 高光照抑制蚕豆茎中内皮层形成, 而低光照和黑暗诱导中形成内皮层。在低光照和黑暗中, 脂肪氧化酶 (LOX) 在内皮层栓化前期活性显著增加; 在高光照下, 茎中 LOX 活性虽有增加, 但较低光照和黑暗条件下要缓和得多, 而且活性始终保持在一个较低的水平。由此推论, LOX 活性与茎中内皮层栓化作用的启动有关。在高光照下, 茎中内源抗坏血酸含量比低光照和黑暗条件下分别高 17.8% 和 35.9%; 茎中谷胱甘肽含量分别高 61.6% 和 13.32%。外源施用抗坏血酸, 可抑制低光照下幼苗茎内皮层的栓化, 而对黑暗中茎内皮层的栓化无影响。由此可见, 高光照对蚕豆茎内皮层栓化作用的抑制原因可能是高光照下植株体内具有高含量的抗氧化物质, 并具备有利的活性氧清除途径, 从而抑制了栓化作用的进行。

第四节 叶 片

叶片是进行光合作用的主要器官, 蚕豆群体的光合层是生产有机物质的主要层次。在其生长发育过程中, 尤其是蚕豆生育后期, 叶片的大小、功能及叶层配置与光能利用都和产量形成有十分密切的关系。

一、蚕豆叶的组成

蚕豆的叶分为子叶、单叶和复叶。蚕豆有两片肥大的子叶, 种子萌发时, 由于下胚轴没有延伸性, 所以子叶有不出土的习性。在正常条件下, 夹在两片子叶之间的幼胚芽都是在胚根生长以后再伸长。发芽以后两片单叶首先生长, 通常称为基叶 (图 1-1)。由于第一片基叶有四个深裂, 形似鸡爪, 俗称鸡脚叶; 同样因第二片基叶有两个浅裂, 状如鸭爪, 通常称为鸭脚叶。在长出两片基叶后陆续发出各片复叶。

蚕豆复叶为羽状复叶, 由 2~9 片小叶组成。小叶椭圆形, 全缘, 叶面灰绿色, 叶背略带白色, 肥厚而多肉质。复叶顶部小叶退化为卷须。蚕豆复叶的小叶数并非始终如一, 而是