

主
要
农
作
物
施
肥

大豆施肥

李淑贞 编著



农业出版社

主要农作物施肥丛书

大豆施肥

李淑贞 编著

农业出版社

主要农作物施肥丛书
大豆施肥
李淑贞 编著

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 通县向阳印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 3.5 印张 67 千字
1985 年 5 月第 1 版 1985 年 5 月北京第 1 次印刷
印数 1—1,500 册

统一书号 16144·2998 定价 0.46 元

出版说明

党的十一届三中全会以来，农村普遍建立和推行了各种形式的联产承包责任制，广大农民学科学、用科学的积极性空前高涨。我国农业进入了技术改造的新阶段。为了普及肥料知识，推广科学施肥技术，提高肥料经济效益，促进农业生产，我们组织编写了一套《主要农作物施肥丛书》，它包括《水稻施肥》、《小麦施肥》、《玉米施肥》、《棉花施肥》、《油菜施肥》、《大豆施肥》、《花生施肥》、《茶树施肥》、《甜菜施肥》、《柑桔施肥》、《果树施肥》（梨、苹果）、《蔬菜施肥》共12个分册。

这套丛书以实用技术为主，同时阐述各种作物的生物、营养特性和需肥规律以及缺素症状等科学知识。丛书系科学普及读物，内容文字力求通俗易懂，并配有插图。基本上具有科学性、知识性、实用性的特点。可供农村具有相当初中文化程度的农民技术员、专业农户和基层干部阅读应用。

前 言

大豆的生长发育，除了要有充足的阳光，适宜的温度和水分等条件之外，还必须有足够的养料才能长得快，长得健壮。因此，合理施肥是获得大豆丰产的有效措施。由于大豆根部有根瘤菌共生，构成了大豆营养的一些特点，使有的人认为大豆有根瘤菌，能自身固氮，供给自身养分，因而不注意施肥，使地愈种愈薄，产量很低。通过试验和生产实践证明，在多数情况下，只靠根瘤的固氮作用，并不能满足大豆对氮的需求。因此，要做到合理施肥，首先要了解大豆生长发育各阶段对营养元素的要求及其需肥特点。采取相应的施肥技术，才能达到高产的目的。

为了普及有关大豆施肥的科学知识，根据全国各地多年来积累的施肥经验和科研成果，编写了这本小册子，它主要介绍了大豆在各生育阶段对养分的需要、吸收利用情况，施肥增产的有效条件和经济效果及科学施肥的技术，供具有中学文化程度的农村干部和农业技术人员，在生产中参考应用。

由于本人水平和材料所限，肯定会出现缺点和错误，请批评指正。

编 者

1983年1月

目 录

一、发展大豆生产的重大意义	1
二、大豆的植物学性状	4
(一) 根及根瘤菌	5
(二) 茎	11
(三) 叶	12
(四) 花	15
(五) 荚	17
(六) 种子	20
三、大豆的营养特性	21
(一) 大豆需要大量的营养物质	21
(二) 大豆吸收养分的特点	23
(三) 大豆的氮素营养	24
1. 大豆的需氮特点	24
2. 大豆的氮素来源	26
3. 大豆的缺氮症状	31
4. 大豆施氮肥的有效条件	31
(四) 大豆的磷素营养	37
1. 磷的生理作用	37
2. 大豆的需磷特点	38
3. 大豆的缺磷症状	41
4. 大豆施磷肥的有效条件	41
(五) 大豆的钾素营养	43

1. 钾的生理作用	44
2. 大豆的需钾特点	45
3. 大豆的缺钾症状	46
4. 大豆施钾肥的增产效果	47
(六) 大豆的钙素营养	50
(七) 大豆的微量元素营养	54
1. 大豆对钼 (Mo) 的吸收利用	56
2. 大豆对硼 (B) 的吸收利用	58
3. 大豆对锰 (Mn) 的吸收利用	59
四、大豆的土壤营养	60
(一) 土壤是养分的主要来源	60
(二) 培肥土壤是改善大豆营养的物质基础	61
五、大豆施肥技术	64
(一) 基肥 (底粪)	64
1. 基肥的效果	64
2. 施用基肥的方法	65
3. 基肥的种类和施用量	67
(二) 合理利用前茬肥	77
(三) 种肥 (口肥)	79
1. 种肥的效果	79
2. 种肥的种类和施用量	80
3. 制造颗粒肥	80
4. 深层施种肥	81
(四) 根部追肥	82
1. 效果	82
2. 种类和用量	83
3. 追肥机具	83
(五) 根外追肥	84
1. 效果	84

2. 肥料种类和追肥时期	84
3. 方法和用量	84
(六) 施用钼肥	85
1. 拌种	85
2. 喷洒	85
3. 做种肥	86
(七) 施石灰	86
(八) 根瘤菌肥料	86
1. 效果	86
2. 施用方式和时间	87
3. 根瘤菌剂施用方法	87
(九) 我国各大豆栽培区的施肥制度	88
1. 春大豆栽培区	89
2. 夏大豆栽培区(黄淮流域及长江流域)	90
3. 秋大豆栽培区	91
六、大豆生长调节剂的应用	91
(一) 亚硫酸氢钠的应用	91
1. 作用与效果	91
2. 使用技术	92
(二) 2,3,5-三碘苯甲酸的应用	93
1. 作用与效果	93
2. 使用技术	94
主要参考文献	96

一、发展大豆生产的重大意义

大豆原产于我国，已有几千年栽培历史。许多历史资料说明在两千多年以前大豆已经是我国的一个重要农作物。

由于大豆在我国栽培历史悠久，劳动人民和科学工作者在长期生产实践中积累了丰富的栽培经验，而且选育出许多适宜各地栽培的优良品种，所以大豆在我国分布是很广泛的。大豆的栽培几乎遍及各省，以东北地区，黄淮平原和长江流域中下游的各个省、区的面积较大，是商品大豆的主要产区。

大豆在我国农业生产中之所以是一个重要的农作物，一方面是因为我国各地的土壤和气候条件适于大豆的生长发育，而劳动人民和科学工作者长期以来因地制宜地选育了适合在不同地区种植的品种类型，使大豆在各种轮作、复种制度中都占有适当的地位；另一方面是因为大豆本身经济价值很高，用途极其广泛，可作粮食、油料和饲料等多种用处。所以大豆生产在我国农业中占有十分重要的位置。大豆在国民经济中的重要性概括起来有以下几方面。

1. 大豆是重要的食油原料 大豆含油较多可供榨油之用，大豆含油量一般为18—22%，大豆油是我国人民的重要食用油。它的消化率高，含有少量维生素A和微量的维生素D，并含有大量不饱和脂肪酸。与动物油相比，胆固醇低，

长期食用，可减少心脑血管疾病。因此，近年来，欧美各国奶油的消费量逐渐减少，而豆油制成的人造奶油的消费量，则大幅度增加。

2. 大豆是主要粮食作物之一 大豆除含有丰富的油分外，还含有更多的易消化的蛋白质，大豆籽粒中含蛋白质40%，其中含有较多的人体所必需的氨基酸。据分析，一公斤大豆籽粒含赖氨酸21.9克、蛋氨酸4.6克、色氨酸4.3克。而玉米仅含赖氨酸2.9克、蛋氨酸1.9克、色氨酸0.8克。因此，大豆蛋白质是一种比较完全的蛋白质，可与动物蛋白质相媲美。豆制品是我国人民喜爱的传统营养食物，几千年来我国人民在肉类和奶类食用量不多的情况下，所吸取的蛋白质营养，可以说主要来源于大豆。大豆含碳水化合物30%。每斤大豆产生的热能比面粉、小米、大米都高。

一斤大豆产生热能2055千卡，一斤小米产生热能1810千卡，一斤稻米产生热能1745千卡。所以大豆是高能量的食物。

3. 大豆在工业上有广泛的用途 大豆是新兴的工业原料作物，综合利用的前景非常宽广。它已在食品工业、油脂工业、塑料工业、医药工业方面被广泛应用。在食品工业上，利用大豆可制多种糖果和点心，如巧克力、冰淇淋、饼干、罐头、炼乳、人造肉、人造奶油等。在油脂工业上，用大豆油可制肥皂、油漆、防水涂料、润滑油等。食品工业及医药等工业应用的卵磷脂，近年来大量用大豆油的油脚提炼。在医药工业上，用大豆可提炼多种维生素，荷尔蒙及鞣酸蛋白，特别是凝固血液的维生素K。在塑料工业上，可用大豆

表 1 豆饼粉的营养物质含量

名 称	水分 (%)	油分 (%)	水分 (%)	蛋白 (%)	维生素 (%)	灰分 (%)	淀粉 (%)	钙 (毫克/100克)	磷 (毫克/100克)	铁 (毫克/100克)	维生素B ₁ (毫克/100克)	维生素B ₂ (毫克/100克)
豆饼粉	8.2	8.0	9.2	45.7	1.8	4.9	16.7	406.6	670.7	8.1	0.84	0.33
面粉	12.0	1.8	12.0	9.9	0.6	1.1	75.0	38.0	268.0	4.2	0.46	0.06
梗米	16.0	0.2	16.0	5.7	0.2	0.5	76.0	8.0	113.0	1.6	0.15	0.06

蛋白质制造植物干酪素，制造多种塑料产品，如航空玻璃等。随着科学技术的发展，大豆在工业上的用途，将日益广泛。

4. 大豆饼是优质饲料 大豆在榨油后的豆饼是很好的高蛋白饲料（表1）。

据国外报道，每只产卵母鸡，在一昼夜内，增加10克大豆粉碎饲料，可提高产卵率40—45%。在奶牛日粮中，每斤胡萝卜加入50—60克大豆饼粉碎饲料比加入140—150克豌豆粉碎饲料，可提高产奶量15.6%。

大豆干秸稈和豆秸，都是良好的饲料。在大豆底荚变褐初期，每公斤绿色体干重含有9种必需的氨基酸79.1克，其中包括赖氨酸11.2克。据分析，每百斤大豆的饲料单位为140，榨油后的豆饼仍为130。

5. 大豆能增加土壤中的有机质和氮素 栽培大豆除了获得油分、蛋白外还能增加土壤有机质，丰富土壤中的氮素。所以大豆是许多作物的良好前作，在轮作中占有重要

地位。

我国的大豆产量和出口量在历史上都居世界首位。后来由于帝国主义的侵略等原因，大豆生产遭到严重破坏。1949年，我国大豆仅为101.7亿斤，平均亩产仅81.5斤。此后，大豆生产迅速恢复和发展，在1957年完成第一个五年计划时，我国大豆的总产量达到197.9亿斤，比解放初期增长近一倍。这一时期，我国大豆的总播种面积增加53.2%，总产量增加97.5%，平均亩产由80多斤增加到129.6斤。后来，由于极左路线的干扰破坏，大豆播种面积缩减，产量停滞徘徊。随着社会主义现代化事业的发展，我国的大豆生产出现了新局面。但目前我国与世界其他国家的差距很大，人均大豆产量：世界平均41斤；我国只有19斤。大豆亩产：世界平均227斤；我国155斤，比世界平均低31.7%。近几年来，我国有些地区不断出现大豆的高产典型，这说明提高大豆单产的潜力还是很大的。提高大豆的产量需加强各种技术措施，根据许多高产典型的经验和大豆的需肥特性，改善大豆的营养条件，适应大豆生长发育的需要，科学用肥，合理施肥，培肥地力，是大豆达到高产稳产的一项重要措施。

二、大豆的植物学性状

大豆是一年生草本植物，在植物分类中属于豆科，蝶形花亚科。大豆属。大豆植株由根、茎、叶、花、荚、种子各

部器官组成（图1）。

（一）根及根瘤菌

1. 根 大豆根属于直根系，由主根、侧根（支根）、须根、根毛和根瘤等几部分组成大豆根系（图2）。

根系是大豆吸收水分、养分的主要器官。大豆体系的主要作用有二：（1）是把植株固定在土壤中；（2）是从土壤中吸收水分和养分。要使大豆高产稳产必须了解大豆根系的基本特点。根的生长，在正常条件下，播种5—6天后开始发芽，首先自珠孔长出一条幼根叫胚根，胚根的尖端有一个生长点，整个根系就是由这个生长点长出来的。生长点的细胞生活力很强，是根部延伸的动力，在适宜的环境条件下，生长点的细胞不断分裂，根即生长，先形成圆锥形的主根。主根从地面到地下8—10厘米处的一段比较粗壮，上面生长侧根。通常当子叶展开时，主根



图1 大豆植株

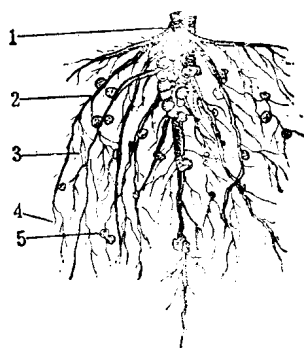


图2 大豆的根系

1.主根 2.侧根 3.须根
4.根毛 5.根瘤

长达 10 厘米左右。第一对真叶展开时，主根可达 15—20 厘米，侧根不断增加。侧根从主根生出后，先向水平生长，水平生长距离可达 40—60 厘米，然后向下垂直生长。侧根入土的深度和主根一样可达到 1 米左右。侧根上生有须根，须根多是根系发育良好的一个表现。主根和侧根的根尖部分都生有根毛。密生的根毛和土壤颗粒紧密相接，以扩大吸收土壤里的水分和养分。苗期大豆的根系生长，比地上部分要快 5—7 倍。由分枝到开花，根的生长最旺盛；从开花末期到豆荚伸长期，根量达最高峰，以后逐渐衰败。根的延长与生长，直到种子开始形成时才停止。在根系发育过程中，须根的生长是不可忽视的。如管理适当，须根是形成强大根系的一个重要组成部分。通过根系的测定方法和利用 P^{32} 示踪方法研究证明：大豆根系的分布有 80% 的根量都集中在 5—20 厘米的土层内，10% 的根量分布在 20—30 厘米的土层里，少部分分布在 30 厘米以下。但根的深度和分布状况，因品种类型和土壤种类而不同。一般植株高大的品种比矮秆品种的根系强大；耐旱性强的品种较耐荫性的品种根系发达，以适应水分少的生育条件；早熟品种与晚熟品种相比，由于生育期长短不同，早熟品种的根系往往不如晚熟品种的根系发达。由于大豆有不同的根系类型，目前国外已着手培育较普通大豆根系发达的大豆品种。

环境条件不同，对根系的发育也有很大影响。良好的环境条件可促进根系发育，不良的条件则抑制或削弱根系的生长。一般耕作良好的土壤、土壤中有有机质丰富均可促进大豆的根系发育。

大豆根的内部构造分为表皮、皮层、内皮层、维管束鞘、

形成层、韧皮部和木质部。

2. 根瘤菌 大豆和其他豆科作物一样，根上有根瘤菌共生，形成根瘤。俄国学者沃罗宁发现了这些根瘤的特性，如果拿大豆根瘤的薄的切片，在显微镜下放大到 600—1,000 倍观察，在根瘤的内部细胞里，我们看见很多微小的、活动的杆状体，这些活动的杆状体就是根瘤菌（图 3）。通过组织染色，在油浸系显微镜下，可看见细胞中有大量的根瘤菌。据统计，每个含菌细胞中含有 3,000—4,000 个菌群；存在 30,000—60,000 个根瘤菌（在含菌组织中间，也有少部分细胞没有根瘤菌寄生，该细胞小，染色处理不着色）。在无数微小的、活动的杆状体中间，还看到一些球形的、比较粗的、分枝的、有时还有膨胀的各种细胞，证明在根瘤菌的一生中，其大小、形态常起着不同的变化，所出现的各种形态，可以分为以下三种类型（图 4）：

（1）球状型。根瘤菌呈球形，不活动，是游子型的前身。如遇到适宜的环境，就可生出鞭毛，自由游动。

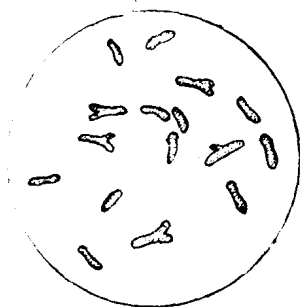


图 3 大豆根瘤菌



图 4 根瘤菌的生活史

(2) 无带杆状型。根瘤菌是椭圆形，着生鞭毛1根或数根，可以游动。这些呈现游子型的细胞，总称为“游子”。在遇到豆科植物时，它可以游到豆科植物的根毛附近，侵入根毛。如果没有豆科植物，鞭毛便脱落而变成杆状体。

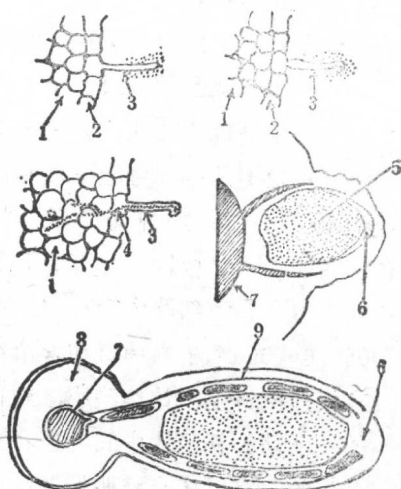


图5. 根瘤的形成过程与构造

1. 表层 2. 表皮 3. 根毛 4. 侵入线 5. 侵入区
6. 顶端分生组织 7. 木质部 8. 根
9. 根瘤内皮层

(3) 有带杆状型。又称空泡型。根瘤菌体内部发生许多空泡，不活动，破裂

后复呈现球状。这就是根瘤的一生。但是，根瘤菌的生活史，远不是简单的形态改变的过程，它包含着非常丰富的、复杂的、生活斗争的经历。根瘤菌通常是存在于土壤中，当大豆苗期，子叶出土的时候，根部便分泌出一种具有吸引根瘤菌趋向于根部的特种化合物，使带鞭毛的、游子型的根瘤菌，由于向化性的运动，聚集于根毛的附近（图5），遇到一定的时机，根瘤菌便从根毛的尖端侵入根部，根毛因此弯曲（图5）在进入根毛以后，鞭毛自行脱落，根瘤菌呈现为杆状体而开始大量的繁殖。由根毛尖端到根的表皮组织，根瘤菌以

自己分泌的胶质体保护，排列成一条带状的“侵入线”。在一定时间以后，根瘤菌侵入到皮层细胞的内部，皮层细胞或者由于生长素的刺激，使根细胞起不正常的、不断的、强烈的分裂；原生质膨大细胞的直径增大1—2倍，根部渐次膨大而生长成为根瘤（图5）。根部细胞的分裂，使根瘤菌的侵入受到阻塞，这时根瘤菌突破胶质的保护，分散在根部的细胞质中。

大豆一般在第一对真叶展平时就有根瘤形成。但在夏播大豆地区由于播种后气温较高，在良好的土壤条件下，大豆出苗3—4天就有根瘤形成。根瘤近圆形或卵圆形。初期根瘤呈水泡状，以后为绿色，渐次变成粉红色，这种红色素是豆血色素。新鲜根瘤内含有红色素是根瘤具有固氮的肉眼标志，称有效根瘤。大豆发育后期逐渐变成褐色，当成熟收割时，根留在土里腐败，根瘤破裂，根瘤菌附着腐根的碎屑，回到土里，一直到下次播种大豆时，再侵入大豆根部，形成根瘤。根瘤大小一般在3—5毫米左右。

选择一个生育旺盛的根瘤，连同根作一个相互垂直的横断面（图6），可看到根与根瘤相互联系的情况。根瘤菌无论从哪个部位的根毛侵入，所形成的根瘤，都与根木质角相对应，根的维管束、皮层及表面的保护组织，均与根瘤的相应

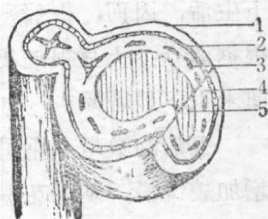


图6 根与根瘤的横切面示意图(仿王金陵)

- 1. 木栓化细胞 2. 厚壁组织
- 3. 基本组织 4. 根瘤维管束
- 5. 含菌组织