

第 1 章 农业特点、生产和市场

在美国和世界范围内，随着大豆每年产量的稳步增长，大豆已成为日益重要的农业商品(图 1.1)。据估计 全球大豆产量是 1.37 亿吨 主要生产国是美国、巴西、中国、阿根廷和印度(图 1.2)。每年 美国农场主生产大豆占全世界大豆产量的一半。由于大豆具有广泛的适应性和固氮的能力，大豆已成为世界主要经济作物之一。本章向读者介绍大豆的起源 以及其在北美洲和欧洲的早期历史 农业的特点、生产及大豆的市场。进一步的资料可参阅《Caldzoell》(1973)，《Norman》(1978)，《ScottandAldrich》(1983) 《Wilcox》(1987)。

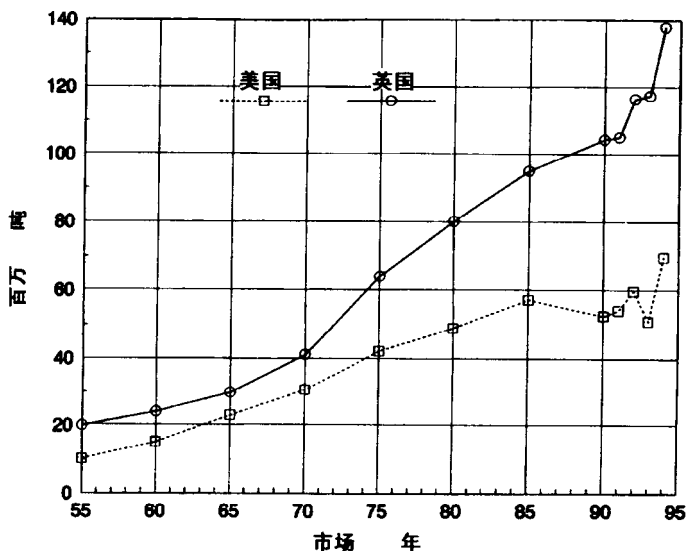


图 1.1 过去 40 年美国和世界每年大豆的产量

资料来源: Soya Bluebook(1995 ~ 1996)

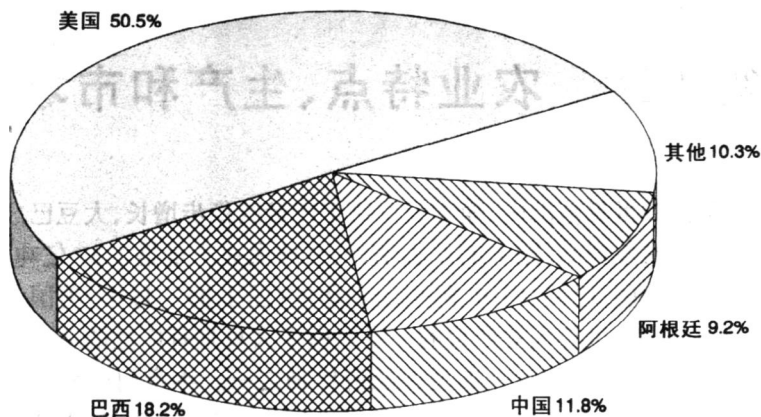


图 1.2 1994 ~ 1995 年期间大豆主要生产国的产量比例

资料来源 :SoyaBluebook(1995 ~ 1996)

I 起源

历史和地理的证据表明：大豆第一次以驯化农作物出现在中国的东北部 大约在公元前 11 世纪的周朝 (Ho1969, Hymowitz1970)。大豆被称为菽，在后来的记载中被反复提到，并被认为是五种祭祀谷物之一（或汉语中的“五谷”）还有稻、黍、稷、麦是中国文化必不可少的一部分。后来 根据 Sunetal(1987)报道 从商朝以后 大约公元前 16 ~ 11 世纪 有人发现菽被刻在乌龟壳上。中国的《诗经》写于公元前 11 ~ 7 世纪 共有 305 首诗 其中有 7 首提到了中国五种经典的农作物之一——菽。此外，考古学所研究的已发掘的古遗迹中，已多次发现了大豆种子 举个例子 :1959 年，在山西省，考古发现了大量的黄色的大豆种子，质量为 18 ~ 20g 至今已有 2300 年。大豆种植从中国传播到日本、韩国 遍及整个亚洲的东南部。

II 在欧洲的早期历史

在东方，大豆作为独有的农作物已有几千年的历史。大约在 1712 年 德国的植物学家 EngelbertKaempfer 出于好奇 第一次将大豆引入欧

洲。后来 瑞典的植物学家 CarVonLinne , 给大豆起了一个遗传学名字——Glycinemax。“Glycine”是希腊语 意思是“甜”这个词用在所有豆科植物种类中。“max”这个词意思是“大”指在大豆植物上有很多大的瘤。但是, 由于恶劣的气候和土壤条件, 大豆产量在欧洲受到了限制 (Anonymous1993)。

III 在北美洲的早期历史

直到 1981 年 在北美洲 ,JamesMease 博士因第一次提及大豆而获得荣誉。他在 1804 年的报告说, 大豆在宾西法尼亚洲长势良好 (Morse1950, ProbstandJudd1973)。然后 伊利诺大学 TheodoreHymowitz 博士和他的同事 JackHarlan 在《美国科学研究会》的 1769 年奖励有用知识的会议记录中发现了“中国的野豌豆和六个荚的黄豆”的提法 (Anonymous1995)。他们追查“中国的野豌豆”这种提法, 经过几个月的研究后 查到一个叫 SamuelBowen 的人, 他曾乘英国轮船航行, 在 1759 年到过中国的广州并在中国居住很多年。在 1764 年 ,Bowen 移民到乔治亚洲的塞芬拿, 显然, 他随身带去了大豆样品。第二年, 他在当地种植园种植大豆。根据 Hymowitz 所说, 北美洲初期引进的大豆的故事并未以 SamuelBowen 结束。还有早期美国殖民生活最具影响力的人物之一——本杰明·富兰克林 在 1770 年, 他写了一封信, 提到要将大豆从英格兰寄回家。尽管早期将大豆引进美国的时间可以追溯到 18 世纪中期 但直到 20 世纪初, 才出现大规模的官方引进大豆。根据 Ball (1907) 记载 自从 1898 年, 种子公司和美国农业部植物引进部门已保证从 7 个国家引进 65 个不同的大豆品种。到 20 世纪 20 年代后期 几千份的新品种被引入美国, 其中大部分是由 WilliamMorse 从中国引入的。后来, 他帮助成立了美国大豆协会并成为第一任主席。同时, 在收割 (1920 年第一次使用联合收割) 和加工 (1922 年, 美国第一家大豆加工厂的成立) 方面有所突破。结果是, 大规模的生产开始了。在 1929 年生产了 900 万蒲式耳大豆。到了 1939 年 这种作物产量增加 10 多倍 达到 9100 万蒲式耳。1954 年之前, 中国在大豆生产和出口一直占世界领先地位。但是, 从那时起, 美国已成为世界第一大豆生产国 (ProbstandJudd1973. Sunetal1987 . Anonymous1993 . SoyaBluebook1995 ~ 1996)。

IV 农业学特征

从植物学角度说 大豆属于豆科植物 蝶形花冠亚科大豆属 栽培种命名为 *Glycinemax* (L.) Merrill , 一年生。它的植株丛生, 高度 0.75 ~ 1.25m。分枝的多少, 取决于培育品种和生长条件。

A. 种子形态学

大多数成熟的种子是由三个基本部分组成: 种皮、胚、一个或多个养分贮存结构。然而, 正如在大多数其他豆科植物中看到的, 大豆种子基本没有胚乳, 只有种皮和一个大的、发育良好的胚组成。胚包含两片子叶, 它是贮存养分的地方 (图 1.3)。种皮上有一个种脐或种子瘢痕, 这个瘢痕形状从线形到随圆形不一。在种植之前和播后, 种皮保护胚免受霉菌和细菌的感染。如果它被压碎了, 种子则不太可能发芽。

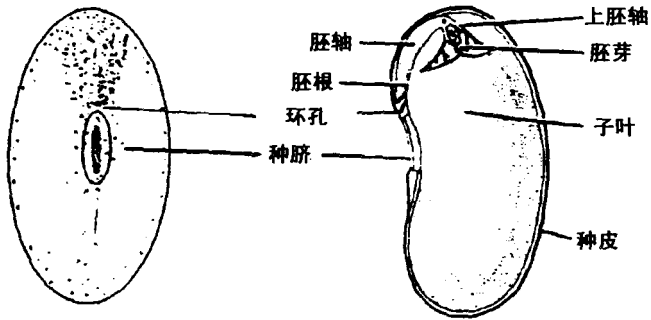


图 1.3 大豆种子结构

除了子叶, 胚还有另外三个部分: 胚根、下胚轴和上胚轴。胚根和下胚轴一起被称为轴根、胚轴的芽或胚芽, 位于种皮的下面, 种子脐的一端, 恰巧在珠孔下面, 它是在种子成长期间, 由覆盖物形成的一个很小的洞。如果剥去种皮, 就能看到这些部分。但如果不借助显微镜, 很难将这些部分彼此区分开。第三个部分——上胚轴 非常小 夹在一对子叶之间。在萌芽阶段, 胚根形成主根, 下胚轴将子叶举至土壤表面上, 上胚轴是主茎和生长点。

B. 萌芽、成苗

大豆种子种植深度通常在2~5cm之间，取决于土壤类型和水分条件。在萌芽阶段，充分补充水分是关键，因为在种子开始发芽之前，水分含量必须达到50%。但是，过量的水分对萌芽也是不利的，可能是由于水分限制了一部分氧的供给。

将大豆种子种入土壤以后，胚根是胚中第一个穿透种皮的部分，它很快就形成根。为了使豆苗快速成长，根系必须被牢牢固定，使其和土壤表面的豆苗平衡。胚根开始延长以后，侧根迅速地开始形成。在出苗后的四五天之内，侧根上长出了根毛。这些根毛是根系中主要的吸收表面。根分枝后再分枝，到生长末期，在排水良好、肥沃的土壤中，根可深入的深度为152.4cm或更深。但是，在土壤上层30.5cm发现大量的根，在最上面的16cm根也横向延伸。

胚根出现以后，下胚轴开始延伸，通过土壤，它形成一个向上推的弧形。当这个“弧”破土而出时，它向上推着子叶和上胚轴。此时下胚轴的最上面的细胞停止生长，而下面的细胞继续生长，直到这个弧变直。这个过程将子叶举到一个垂直的位置。一旦上胚轴暴露于阳光中时，第一对叶子开始膨胀。以后它们很快地展开、生长。作为单叶，两个叶片对生在同一个节上。所有后来长出的叶子都是三个小叶（三出复叶），共同着生于茎的同一节，与其后形成的三出复叶在茎上互生。暴露于阳光之后，很快子叶和其他部分产生叶绿素并变绿。但是，子叶中所贮藏的营养仍然是幼苗的主要营养来源，出苗后子叶脱落。图1.4给出了种植后豆苗长到第14天的连续生长阶段；在第3节中将论述种子萌芽阶段生物和成分的变化。

C. 生长阶段和成熟期组

大多数农作物植株有两个主要生长阶段：营养生长阶段和生殖生长阶段。对于大豆植株，从发芽到第一朵花出现这个时期是营养生长期，通常需6~8周时间。营养生长期实际的天数和开花前植物的最终大小取决于很多因素，包括基因型、播种期、地理位置和环境条件。

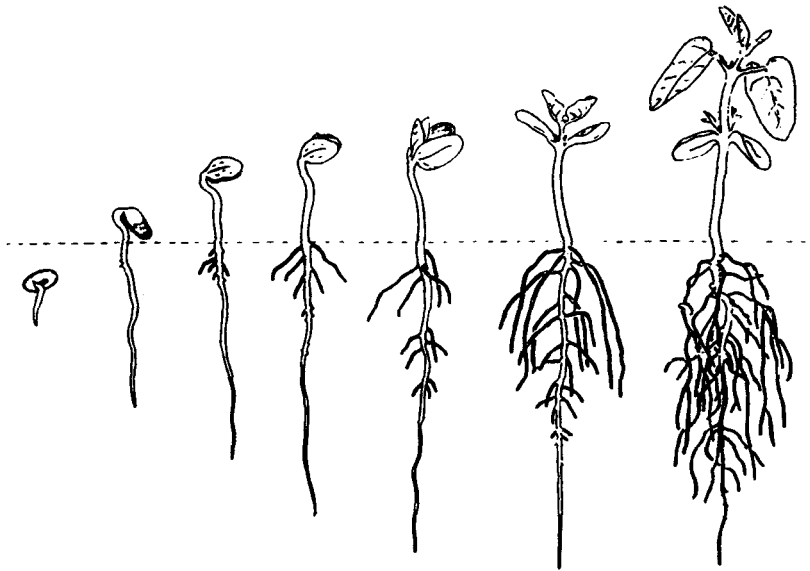


图 1.4 发芽期和成苗早期横线表示土壤水平
资料来源 : Carlson(1973)

根据光合作用划分大豆是 C_3 植物，因为它的最初光合作用产物是三碳化合物 同理 像玉米等 C_4 植物，最初光合作用的产物是四碳化合物，在进一步的新陈代谢过程中，它更易于转变成六碳化合物（葡萄糖）。大豆植株对光周期也是敏感的，即从营养生长期到开花期的过渡直接受日照长度的影响。开花机制的关键是在 24h 之内黑暗的长度。大多数大豆品种在白天长度开始变短后很快开始开花。因此，大豆属于短日照 夜晚长 植物。

纬度对大豆在不同地区的适应性起了主要作用，在美洲大陆，大豆品种被分成 12 个成熟期组 (图 1.5)。种些适于在最高纬度开花的品种被定为 00 熟期组。随着纬度的降低，成熟带的序号从 0 增加至 X (10)。在 北纬，一年之中昼夜长度变化很快的地方，成熟期组的纬度带很窄，但在南方，白天长度变化很小，成熟期组的纬度带较宽。

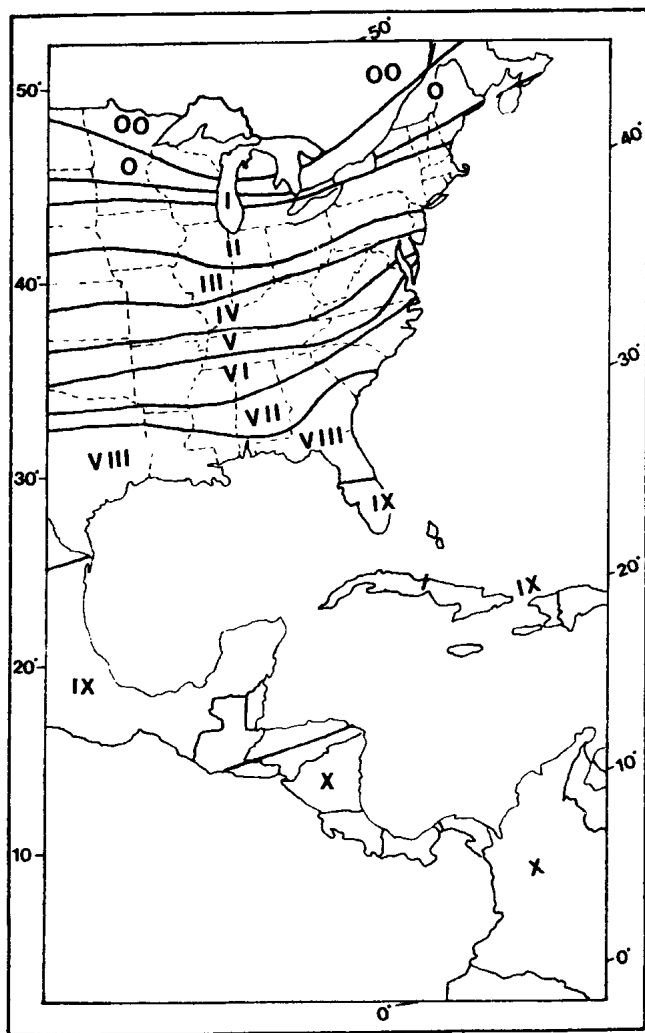


图 1.5 美洲大豆成熟带从 00 至 X 的地理分布带

资料来源: Whigham 和 Minor(1978)

将大豆品种按成熟分组,有助于美国农场主根据他们的地区选择合适的品种。如果将北方成熟期组的品种种植在较远的南方,在营养生长期,它比在指定地区会较早地遇到较短的日照。结果是,植株就

会因未充分生长而提前开花、结荚，导致产量下降。另一方面，如果南方的某个成熟带的品种种在北方，在生长期内开花所需的黑夜的长度很晚才能得到满足，在种子成熟之前，会遇到早霜破坏的危险，同样会导致减产或没有产量。

开花以后，植株营养生长量不仅取决于品种的成熟期组和环境因素，也取决于结荚习性。有些品种是无限结荚习性，另一些品种是有限结荚习性。无限结荚习性的品种在开花以后，高度可能增加2~4倍，有限结荚习性的品种在开花后，高度可能增加很少或根本不增加。

紧跟着营养生长期，大豆植株进入繁殖阶段，每棵植株腋处的花蕾长成2~35朵花的花束（花簇）紧接着是结荚、鼓粒、成熟，整个阶段持续7周至12周。

第一朵花束出现在第5或第6节上，有时花生在更高的节位上。花主要向着主茎的顶端出现，有时也向着分枝的顶端逐渐出现。开花期受播种时间影响，可以持续3周至5周。

D. 种子发育

自花授粉以后，大约8~10h内出现受精作用。受精促使细胞分裂形成胚，其在受粉以后大约32h后出现。6~7d以后，胚的相对端的部分裂使子叶开始形成。随着子叶继续发育，整个胚发生90°逐渐旋转，结果是具有子叶的胚在荚中占据正确的位置。同时，下胚轴与上胚轴也区分开。受精后的4~5d，两个侧生原形成层束，在种脐上方外珠被里开始生长，并延伸到整个胚珠的大部分长度。它们后来形成种皮。从受精时刻起，胚株开始发育形成荚（果实）。在一个花簇荚的数目从2~20个变化不等，最高一棵植株上达到400个。每个荚含1~5粒种子，大多数普通品种每个荚含有2~3粒种子。大豆荚是直的，或稍微弯曲，长度在2~7cm之间变化，成熟的豆荚颜色从淡黄色到灰黄色、褐色或是黑色（Carlson1973）。

Blis和Howell(1963)研究了大豆种子发育期间生物学和细胞学变化。他们发现：在种子发育的初期（开花后的15~18d），子叶的细胞开始形成质体、线粒体和其他的膜状结构。在生长15d的细胞里只能看

到核蛋白粒子和细胞核。开花后的 26d 出现了很多线粒体、不完整的叶绿体、淀粉粒，还能观察到相对较高的呼吸率。子叶中开始出现脂粒（直径大约 $0.2 \sim 0.3 \mu\text{m}$ ）和蛋白质体（直径为 $4 \sim 5 \mu\text{m}$ ）。然后，脂粒和蛋白质体在体积上增加，线粒体和叶绿体数量上减少。当正在发育的大豆种子的鲜重达到最大时，子叶细胞中充满了许多淀粉粒（直径大约 $5 \mu\text{m}$ ）、脂体、蛋白质体。在种子成熟最后几天里，淀粉粒转变成其他成分而消失。第 3 章中包含了大豆种子成长和成熟期成分的变化广泛的讨论。

E. 氮的固定

大豆和许多其他豆科植物种类最重要的农学特征之一是从空气中吸收氮，把它转化成氨态氮，这个过程称为固氮。这个特征使大豆成为可以和玉米等高氮消耗作物轮作的好作物。它也有助于保持产品价格，因为在相同地域大豆比其他作物的成本低。

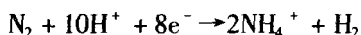
同许多其他豆科植物一样，大豆通过同根瘤菌在根次瘤里建立共生关系完成氮的固定。在适宜的温度和水分条件下，大约在种植后的 9d 大豆苗有可见的根瘤。大约 14d 开始固氮 (Vestetal1973)。活性根瘤的内里呈粉红色，在植株生命的大多数时间都会形成新的根瘤。结果是根瘤中 N_2 - 固定体系给大豆植株提供的固定氮，多达植株全部需氮量的 90%。

这种共生固氮体系是与根瘤的形成连在一起的。这个过程由根瘤菌引起大豆根部的感染开始，这种感染是特异性的，取决于根瘤菌对于一种被称为植物凝血素的寄主植物蛋白的识别，这些蛋白质与根瘤菌细胞表面上的多糖结合。浸染过程是通过一个象菌丝样的浸染线进行，它的细胞壁由植物合成。浸染线通常向着宿主细胞的基部生长并出现在宿主细胞核下面。在细胞增大和细胞分裂的胁迫期间，当浸染线破裂时，根瘤菌释放进入细胞质中。释放以后，根瘤菌聚集在细胞质的圆周，在细胞质中繁殖并填充宿主细胞。紧接着是宿主细胞快速分裂，导致瘤的形成 (Vestetal1973)。

根瘤是由宿主和根瘤菌基因双重控制的。根瘤菌结瘤基因 (nod)

是在共生或共质体上翻译密码。在根瘤的发育过程中，宿主大豆和根瘤菌之间发生了相互作用，从而拉动了基因在两种有机体中的表达、需要形成根瘤和类假菌体（*Rhizobiumbacteriainthenodules*）、需要基因的这种表达（SmithandGallon1993）。

共生关系的一个明显特征就是 N - 固定酶——固氮酶的出现于类菌体中。任何一种有机体都不能单独地产生这种酶，它表明这种固氮酶体系的遗传信息一部分存在于植株中，一部分存在于细菌中（DilworthandParker1969）。固氮酶催化了下面的生物反应：



为了使氮还原，固氮酶需要一种还原剂和能量（三磷酸腺核苷酸）。此外，为了吸收产生的氨基盐必须补充碳骨架。最后必须保护固氮酶以防止其被氧化。这个能量——正在减少的能量，和根瘤中固定氮所需的碳骨架，被认为完全是由植物的光合作物形式提供的、主要是从叶子中运输而来的蔗糖。保护酶不被氧化是由一种新的蛋白质——豆血红蛋白完成的，它是在正成熟的根瘤能固氮之前立刻被合成的。这种蛋白质赋予有效的根瘤一种特有的粉红色，并与氧有高度的亲合力；象动物的肌红蛋白一样，豆血红蛋白起着氧的携带者的作用，它控制根瘤中自由氧的吸收并促进氧向类菌体扩散。

在我们生物圈 and 环境保护当中 大豆和其他豆科植物的固氮能力 保持氮的平衡方面起到了非常重要的作用。与大豆和豆科作物不同 大多数植物细胞中的氮是吸收土壤中或者溶解于水中的硝态氮或铵态氮而来的。为了保持并提高农业产量 每年需花费几十亿美元提供氮肥 过量使用氮肥 除了昂贵的费用之外 对饮水的污染也引起了人们的关注。

F. 病虫害

同许多其他作物一样，大豆在整个生长期中，易受多种疾病和害虫浸染。浸染大豆的病源菌有细菌、真菌、病毒、线虫等多达上百种。几乎大豆植株上所有的部位都能遭受它们的浸染。事实上，几乎所有的大豆地都有某种疾病，产量损失从微乎其微的量至全部或一部分，变化不等。据估计 由于大豆疾病造成的损失 仅美国一年至少 2.5亿美元。

大豆主要的真菌病害有褐斑病、灰斑病、茎褐腐病、疫腐病、茎瘤肿病、紫斑病、荚茎枯病。细菌性病害有细菌性植萎病、野火病和凋萎病。主要病毒病有大豆花叶病毒、黄花花叶病毒、芽枯病和豆类斑驳病。许多线虫侵袭大豆，大豆包囊线性虫和根结线性虫是主要的害虫。

其他侵袭大豆的害虫包括鸟、啮齿类动物、昆虫、杂草 所有这些都有能力减少大豆产量。种植后经常立即遭受鸟和啮齿动物的侵害，因为种子和幼苗适于做它们的食物。昆虫是严重的害虫，尤其是在热带和亚热带地区，因为它们以大豆植株的所有部分为食。鳞翅类的和甲虫类的幼虫是侵袭大豆叶子的两个主要类别。在鳞翅类幼虫中，苜蓿绿夜蛾、大豆夜蛾、黎豆夜蛾和棉铃虫是四种经常给大豆农场主制造麻烦的害虫；椿象、苜蓿角蝉和玉米螟是主要的食荚和茎的昆虫。

此外除了源自病原菌和昆虫的威胁 尤其是在生长初期 大豆植株还面临着杂草的威胁。如果中期以后无人管理大豆，杂草就会严重影响产量。事实上，由于杂草能导致产量的损失，它对大豆产量构成了最大威胁。杂草和大豆争夺水分、营养、阳光。此外 杂草物质干扰收割机，在收获物中出现 明显地降低大豆的销售价格。因此 控制杂草 尤其是在生长期的初期控制杂草，是整个生产管理过程的一个重要环节。

作物换茬、喷洒化学药剂、选用抗性品种，已经成为农场主控制病虫害所使用的主要方法。但是，由于担心过分地应用杀虫剂、除草剂和其他化学药剂对环境造成污染，生物防治已广泛流行，从而促成了生物技术与常规育种技术相结合。最近几年，生物技术已创造出抗虫、抗病毒以及抗除草剂的植株 (GasserandFrale1992, Duke1996)。具有 Bt 基因的植物就是一个例子，苏云金杆菌 (Bt) 产生了一种杀虫的蛋白质。这种蛋白质编码的基因被转入很多植物中，其中包括西红柿、马铃薯、棉花和大豆。一些转基因的植物表现出对鳞翅目昆虫、食心虫的幼虫的侵害具有特殊的免疫力，并可在生产上应用。另一个例子就是耐草甘磷大豆 目前由孟山都公司以“Round-upReadysoybeans”商品名推销它，草甘磷是广谱除草剂毒滴混剂的有效成分，它钝化了结构芳香族氨基酸所必需的 EPSP(5-enolpyruvylskimate-3-phosphate) 合成酶。美国 Calgene 研究所和孟山都公司的科学家们已经从细菌和植物中分离出

EPSP 酶的基因，重组产生了对 Roundup 敏感性降低的蛋白质结构基因 并把此重组基因插入到西红柿、大豆、棉花和其他作物中 使得这些作物可以忍耐有效控制杂草剂量的草甘磷毒滴混剂 (Duke1996)。

V 收割、干燥、贮存

A. 收割

当大豆种子长大成熟以后，在可获利的大豆产量中，大豆收割是一个关键的步骤。尽管大多数大豆在干燥成熟阶段收割，但在某地区，有一非常小的部分是在不成熟阶段收割的。不成熟的种子用作蔬菜或食谱的一个成分。

当大豆在地里的水分减少到少于 14% 时，一般认为此时大豆干而成熟，可以收割。但确切的收获日期取决于品种、生长地区、种植日期和当地的气候条件。美国种植日期最早在 5 月 1 日 最晚在 6 月 15 日。收割可以最早从 9 月 15 日开始 最晚至 12 月中旬。最佳的收割日期是 10 月和 11 月。

收割大豆有多种方式，在美国，几乎所有的大豆用联合收割机，这种机器沿着一条或多条垄移动(取决于联合机的大小)并拾到叶、茎和荚。种子从荚中脱出来，进到一个漏斗，运输至卡车。植物的其他部分又吹送回地里。在不发达的国家，收割是用两至四行收割机。在离地面 2.54~5.08cm(1~2 英寸)处将植株割下来。通常在早上收割，存在的露水可防止荚裂开，用镰刀手工收割是另一种收割大豆方式，尤其是大豆长在一小片地里 将收割的植株收集、干燥 最后脱粒。

B. 干燥

收割后，如果水分含量高于 14% 大豆需要立即脱水 目的是：(1) 满足大豆贸易质量标准；(2) 保持颗粒最好的质量；(3) 达到细菌和真菌不能生长的水分水平；(4) 防止种子发芽。有两种种子干燥类型：自然干燥和人工干燥。晒干或风干，在发展中国家是普及可行的。大豆散落在院子中 2~3d 经常翻动 干了 将种子转运至贮存设备里。晒干不

适用于大量大豆或潮湿多云的天气条件。

在大多数发达国家，粮食干燥是使用各种机械——干燥机完成。包括低温干燥机、板式干燥机、箱式干燥机、介质温度干燥机、盘式干燥机、基流干燥器、多用通风干燥机、对流打火谷物干燥机、太阳能干燥机，通常使用连续间歇式干燥机或箱式干燥机。在板式干燥系统或快速通风箱较适于慢速干燥。在美国，干燥大豆通常使用对流打火谷物干燥器，它里面有干燥和冷却两个部分。干燥部分是用天然气或油燃料。如果废气在传统干燥器中能循环利用的话，能节约大量能源。利用一个可以调控温度和谷物喂入室的程控调控器，可以使干燥机的干燥能力达到最大。

不管使用哪种干燥器，都必须谨慎。目的是为了避免太快的干燥。快速干燥使种子外皮变硬而使水分封在内层，尽管大豆干燥过程中，大豆温度必须升得足够高才能使大豆的水分降低到要求的含量。但是应该避免过分的加热（不可超过 76℃），以防止大豆变色大豆蛋白质变性。

C. 贮存

在将大豆运输到下一目的地时，将其贮存在农场、谷仓、和具有各种贮存设施的加工厂。在美国，大豆通常贮存在大钢罐或混凝土筒仓里。钢罐可以是任意大小，能容纳 60 000t，具有一个圆锥形的尖和通风扇。大豆由传送带运至顶部的中心并落入罐中，从罐底吹入新鲜空气是为了冷却、均衡罐内的温度和湿度。当外界温度和相对湿度有利时，通过正确的通气，罐中的大豆就可干燥，通过罐底的运输带可将大豆移走。混凝土筒仓一般比钢罐贵，通常大批地建造，并且它们之间有间隔，在一排仓之间有传送带，装仓和出仓操作通过使用运输带来完成，这种结构很容易将大豆从一个筒仓移至另一个筒仓去或从筒仓送去干燥、包装或加工。

贮存期间大豆品质变差是由种子自身生物活动、微生物活动、昆虫的侵袭、小虫子和啮齿类动物造成的。品质变差表现为种子生长力下降、发芽率降低、变色变暗、吸水性下降、成分的变化，最终导致蛋白质和油的质量下降。热损伤是质量损失的主要原因，以种皮颜色加深为

特征，主要是贮存和运输期间对温度和湿度控制不当造成的。杂质过多也能导致加热增强。这样，为了使热破坏最小，需将大豆净化。

尽管小损失是不可避免的，但主要的损失可通过认真控制贮存温度和湿度来阻止。大豆种子是由活性组织结构构成的。在贮存期间，大豆需要呼吸 使种子感染的微生物也需经过呼吸 呼吸时使可食部分发烧 产生热量 积累 CO_2 和有毒物质。呼吸速率和微生物活动取决于温度和水分含量，温度越高活细胞的呼吸速率也越高。

水分含量是由最初种子水分和贮存环境相对湿度决定的，它可以通过贮存温度控制 (Spencer1976)。如图 1.6 显示。当大豆贮存在空气温度是 17.2°C 相对湿度是 70% 时的平衡点，水分含量就是 14%。当温度保持常量，大豆种子的水分含量只有通过减少贮存环境的相对湿度来减少。

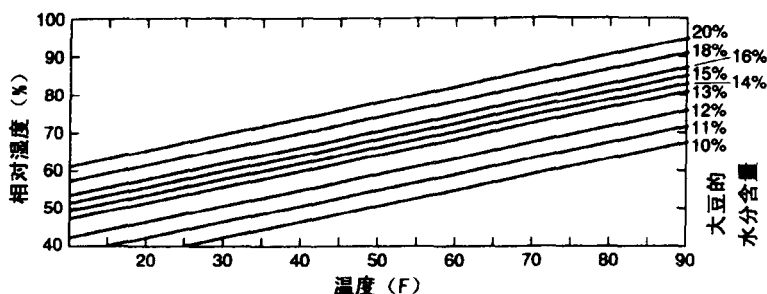


图 1.6 大豆的温度和环境相对湿度的平衡水平

资料来源 :Spencer(1976)

任何生物活动需要出现一定水平的水分，较高的水分含量（或高的贮存湿度）不仅致使感染细菌和霉菌，也加速种子自身生物活动。结果是热量会积聚，导致质量快速下降。过湿也能导致种子发芽，大豆种子主要含有两种形式的水，束缚水和吸附水。大豆所含吸附水或自由水的量决定了种子腐败的速率。

一般地，大豆水分含量为 13.5% 或低于 13.5% 被认为是安全贮存稳定期。但是，这一点只有当温度低于某一水平时，才是正确的。随着贮存温度和水分水平的增加，可允许的贮存时间明显减少（图 1.7）。

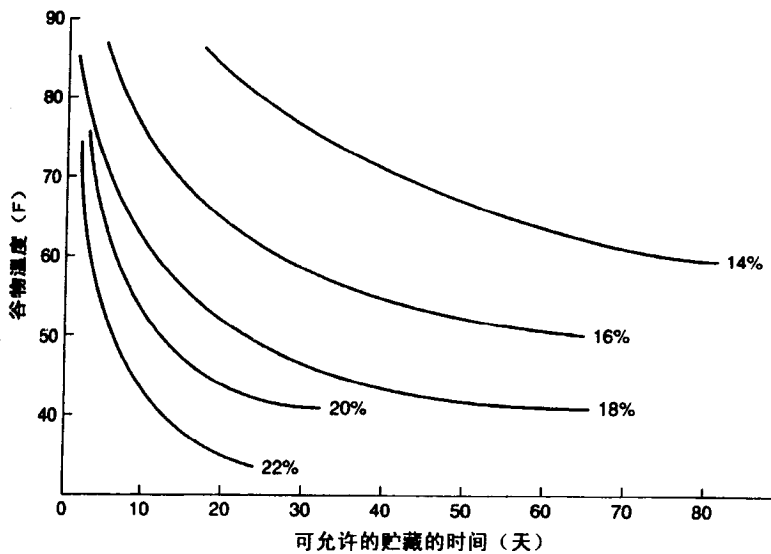


图 1.7 温度和湿度对大豆贮藏时间的影响

资料来源: Spencer(1976)

VI 销售和贸易

作为一种农业商品，贸易的结果是大豆有自己的途径达到不同的目的(图 1.8)。销售和买卖大豆及其产品(豆油和豆粕)是复杂、高度专业的活动。买卖大豆涉及：通过从生产者到消费者的渠道运输大豆、在商品市场有效的推销和贸易需要的经济知识和经验。

市场有几种不同的类型。付现交易是指像大豆这样的商品的物质交换。在付现市场，贸易没有标准化。关于质、量、运输条款的售货协议是由买主和卖主双方同意的买卖方式。但是，这种商品通常在时间上划分等级，价格根据等级调整。此外，贸易组织也发布了贸易规则，国家像油料产品协会(125523rdst. N. W., Washington, D. C. 20037) 它颁布了关于大豆油和脱脂豆粕的贸易规则，可以指导这种销售协定。

期货市场，与付现市场相对比，是集中的、有规则的市场。大豆和黄豆产品不是用实际的物质交换，取而代之的是买卖期货契约。期货

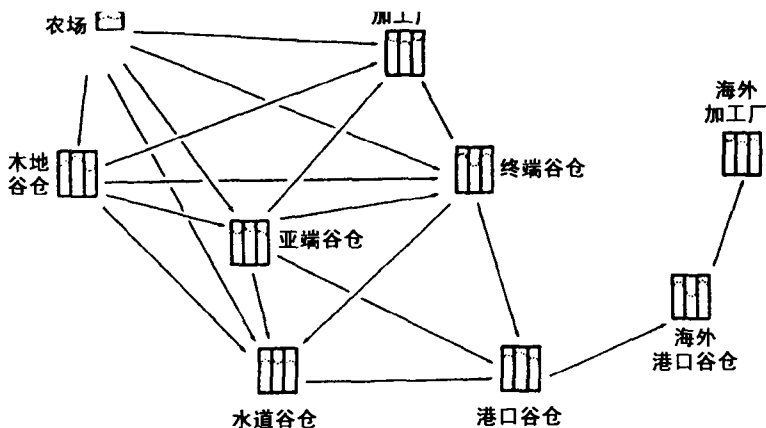


图 1.8 谷从农场通过分级系统到本地和海外过程的通常流程

资料来源: Anonymous(1988)

契约是以一个特殊价格交付商品，根据质、量、交付时间和地点而定的标准，具有法律的约束力的协定。期货选择交易市场是自由选择可以交易的期货的市场。对于一段特殊时期，以某种事先决定好的价格来买卖期货契约的选择仅是权利，但不是责任。

整个世界，有很多商品交换提供期货契约。芝加哥贸易董事会(CBOT)是世界上最大的商品交易和最大的黄豆、豆粕和豆油交易市场。价格是由代表商业成员的贸易者公开拍卖合同决定的。商业成员包括谷物商、油料作物加工商、大银行家、房地产开发商和职业投机商。在贸易期间，改变价格会立即贴出海报，并传送至世界各地。每天公开的报价单，关于高、低、终止都印刷在华尔街杂志和其他主要报纸上。

买卖期货合同的实践是以套期保值而众人皆知。它是以付现市场和期货市场价格一起上涨和下降的趋势的规则为基础的。这种运动不必一一对应，但它通常是足够封闭的，目的是在付现市场它可能减少损失的冒险。套期保值是一个非常复杂的过程。为了不同的目的，由不同买注的人，使用各种类型的套期保值。这些可以包括：(1)农场主寻求保护以免贮存的谷物或还在地里的作物价格下降；(2)农村谷仓经营者寻求保护以免在他们购买或签订合同从农场主那购买谷物时和最终

买来谷物时的价格有变动；(3) 加工者寻求保护以免原料价格上涨和存货价格下降；(4) 出口者寻求保护以免还未取得，但已与进口者签订合同等期货交易的商品价格上涨。此外，商业成员利用期货市场和有选择权的合同保护他们以及大豆、豆粕、油脂的价格改变。投机商从价格上下波动中赚取利润，与此同时提供了流动性，从商品贸易者那里承担了风险。

期货价格和现金价格在一个特别定位上的区别就是基本费用。运输成本是基本费用中的主要因素。另一个基本因素是贮存价格、卖方的利润和当地的供求情况。一般地讲，基本价格上的浮动有比现金和期货价格浮动小的趋势，允许套期保值发挥作用。关于农业商品的期货和选择市场的贸易细节可在 CBOT 中看到(1989)。

Ⅶ 等级、标准和检验

与任何一种自然界产品一样，大豆品质也有很大的变化。这种变化的因素包括生长条件、生长地区、品种、栽培、贮存和处理。理解并弄清楚品质的差别是很重要的，因为它不仅影响经济价值，也影响最终应用。大豆的等级与毛油质量有关，例如：杂草种子、绿叶和未成熟的种子等杂质都会使豆油改变颜色，也能使豆油氧化。

在国内和国际贸易中，给买卖双方提供一个交流的媒介。为了促进大豆商品的公平贸易，每个国家都制订了关于贸易程序、等级、标准的规则。尽管在世界范围内，标准有明显的差别，但它们有很多基本相似点(HillandShonkwiler1989)。

美国大豆贸易标准是由美国农业部(USDA)制定的。多年来，它已经经过多次修改。表 1.1 中是最通用的标准。通常，大豆等级是以每蒲式耳最小测试重量、破损粒最大百分含量、杂质、破瓣、黄色以外的颜色等为基础。破损粒分成两类：整体破坏和热损坏，其他类型的破损包括天气破损、霜破损、细菌破损、未成熟的种子、虫食、霉烂、发芽。杂质指所有物质，包括大豆和通过筛孔的豆瓣等，它也包括过筛后除了留在筛上的大豆之外的其他所有物质。检验一般能看到的杂质是：整个或部分玉米粒或其他谷物、杂草种子、蔬菜的荚、叶子或茎、灰尘和其他无机