

中国农业部科技发展中心负责翻译了题为：“Consensus Document on the Biology of *Glycine max* (L.) Merr. (Soybean)”, Copyright OECD, 2000 的英语文件。经济合作和发展组织不会对于相对原文内容的中文翻译质量及其一致性予以负责。

Translated under the responsibility of the Development Center for Science and Technology, Ministry of Agriculture of People's Republic of China, from the original English edition published under the title “Consensus Document on the Biology of *Glycine max* (L.) Merr. (Soybean)”, Copyright OECD, 2000. The OECD is not responsible for the quality of the Chinese translation and its coherence with the original text.

第五章

栽培大豆 *Glycine max* (L.) Merr.生物学特性的共识文件*

第一节 大豆的分类、形态及其应用概述

栽培大豆 *Glycine max* (L.) Merr. 是二倍化了的四倍体 ($2n=40$), 属于豆科 (Leguminosae)、蝶形花亚科 (Papilionoideae)、菜豆族 (Phaseoleae)、大豆属 (*Glycine* Willd)、野生大豆 *Soja* (Moench) 亚属。它是一种直立灌木状 1 年生草本, 高度可达 1.5 m。大豆栽培种的生长习性可分为有限性、亚有限性和无限性 (Bernard 和 Weiss, 1973)。有限性基因型生长的大豆特征是顶生或腋生的顶芽开始开花时, 其营养生长终止。无限性基因型大豆主要生长于美国南部 (成熟组为 V~X)。无限性基因型大豆在整个开花期间仍继续保持营养生长, 这种类型的大豆主要生长于北美的中部和北部区域 (成熟组为 000~IV)。亚有限性基因型大豆在开花期后, 主茎会急速停止营养生长。以上大豆品种都不耐霜, 在冬季冷冻条件下无法存活。

大豆初生叶为单叶, 对生, 卵形。次生叶片为三出复叶 (具有三小叶), 互生, 有时存在具有 4 个以上小叶的复叶。具有根瘤的根系由主根和从主根中长出的侧根组成。大多数栽培种的植株覆盖有纤细的茸毛, 但也存在无毛的类型。蝶形花有 5 个管状花萼、5 片花瓣 (1 片旗瓣, 2 片翼瓣和 2 片龙骨瓣)、1 个雌蕊、10 个雄蕊, 其中 9 个花丝连在一起成管状, 1 个分离。雄蕊在柱头的基部形成环状, 在授粉前伸长生长 1d, 此时长高的花药绕柱头形成环状。豆荚直立或略有弯曲, 长度为 2~7cm, 由 2 半个心皮组成, 心皮通过脊缝和中缝连在一起。种子通常卵形, 其形状在不同的栽培种中变化很大, 从几乎球形至长形和扁平状。

大豆作为经济作物已在 35 个以上国家种植。大豆主要生产国为美国、中国、朝鲜、韩国、阿根廷和巴西。种植大豆的目的主要用于生产种子, 在食品和工业中有很多用途, 是食用蔬菜油以及牲畜饲料中蛋白质的主要来源之一。

在北美和欧洲, 大豆在食品中主要用作纯净油、人造黄油、酥油、烹饪油和色拉油。大豆也用于其他食品制作, 如豆腐、酱油、仿乳制品和肉产品。大豆粕可用作动物饲料的添加剂。大豆在工业上主要用作生产酵母和抗体、肥皂和消毒剂等。

大豆被公认为是最古老的栽培作物之一, 原产于中国北部和中部 (Hymowitz, 1970)。关于大豆的最早记录始于公元前 2838 年, 神农氏所写的“神农本草经”一书中,

* Originally published by OECD in English under the title: “Consensus Document on the Biology of *Glycine max* (L.) Merr. (Soybean)” © 2000 OECD.

描述了中国的各种植物。历史和地理学证据表明大豆于公元前 17—前 11 世纪在中国的东部首先被驯化 (Hymowitz, 1970), 并于 1765 年首次被引进到美国, 现在美国已成为大豆的主要生产国 (Hymowitz 和 Harlan, 1983)。

第二节 农艺措施

大豆是一种短日植物, 在短日条件下开花快 (Garner 和 Allard, 1920)。因此, 光周期和温度反应是确定大豆栽培种适应性的重要因素。根据大豆从东到西的适应带 (由纬度和日长决定) 划分不同的大豆栽培种。在北美, 有 13 个熟期组 (MG), 从北部的 MG 000 至近赤道的 MG X。在每一熟期组内, 栽培种可分为早熟、中熟和晚熟。

当土壤温度为 10℃ 时, 大豆种子萌发; 在有利的条件下, 在 5~7d 内出苗。在大豆生产区, 为了使具根瘤的根系生根效率最高, 接种慢生大豆根瘤菌 (*Bradyrhizobium japonicum*) 很有必要。在酸性土壤中大豆产量偏低, 施入生石灰可以解决。大豆经常与玉米、冬小麦、春播谷类作物及干豆等作物轮作。

第三节 物种的起源中心

大豆属于野生大豆 *Soja* 亚属, *Soja* 亚属包括野生大豆 (*G. soja*) 和半野生大豆 (*G. gracilis*)。野生大豆 (*Glycine soja*) 是大豆的一个野生种, 生长于很多亚洲国家的田间、灌木篱墙、路边和河岸上。野生大豆种是中国、韩国、日本以及俄罗斯远东地区的本地种, 但是并不天然存在于北美。细胞学、形态学以及分子证据表明野生大豆是栽培大豆的祖先。半野生大豆被认为是栽培大豆的杂草形式或半野生形式, 具有栽培大豆和野生大豆种的中间表型特征。半野生大豆可能是野生大豆形成栽培大豆过程中产生的中间种, 或是野生大豆与栽培大豆之间的杂交种 (Hymowitz, 1970)。

第四节 繁殖生物学

大豆被认为是一种自花授粉植物, 通过种子大量繁殖。人工杂交用于栽培种的培育。在开花期前大约 24h, 大豆花柱可接受花粉, 开花后 48h 仍可接受花粉。花药在花蕾中成熟, 直接与同一朵花的花柱授粉。因此, 大豆存在很高比例的自花授粉, 异花授粉的比例通常低于 1% (Caviness, 1966)。

一株大豆可结 400 个豆荚, 每节上结有 2~20 个豆荚。每个豆荚有 1~5 粒种子。无论是心皮还是种子都没有助长动物运输的形态特征。

第五节 栽培大豆作为自生杂草

栽培大豆很少表现休眠特性, 只在某些环境条件下作为自生植物生长时在次年才具有休眠特性。如果栽培大豆作为野生植物出现, 则它竞争不过下一茬作物, 且很容易被机械

或化学控制。大豆植株不具有杂草的基本特性。在北美，未发现栽培条件以外生长的大豆。在控制的生态系统中，大豆不能与其他栽培植物或主要入侵植物进行有效的竞争。

第六节 杂 交

1. 种间/属间杂交

考虑到在非封闭式释放转基因栽培大豆对环境的潜在影响，开展转基因大豆与近缘种通过种间杂交或属间杂交而产生杂交种的可能性研究是十分重要的。杂交种的形成可导致新性状逐渐渗入到这些近缘种中，并导致：

——近缘种更倾向于杂草化；

——可能会使某一新性状引入到近缘种中，可能会破坏生态系统。

对于要整合到某一种植物基因组中的性状，有必要通过中间杂交种而反复进行该物种的回交，且所得到的后代必须能存活并具有育性。

栽培大豆所属的野生大豆亚属也包括 *G. soja* Sieb. 和 Zucc. ($2n=40$) 和 *G. gracilis* Skvortz. ($2n=40$)，以及亚洲的野生与半野生一年生大豆近缘种。野生大豆 ($2n=40$) 是一种野生型匍匐状的一年生植物，具有小而窄的三出复叶，紫花，小而圆形的青黑色种子。这种大豆野生于韩国，日本、中国的台湾、扬子江流域以及东北部，俄罗斯远东地区的边境区域。半野生大豆是野生大豆和栽培大豆之间的中间种，已发现于中国东北部。人们可以容易地获得栽培大豆和野生大豆的种间可育杂交种 (Ahmad et al., 1977; Hadley 和 Hymowitz, 1973; Broich, 1978) 以及栽培大豆和半野生大豆的种间可育杂交种 (Karasawa, 1952)。

大豆属除了含有野生大豆亚属之外，还含有大豆亚属。大豆亚属由 12 个野生型多年生大豆种组成，包括澎湖大豆 *G. clandestina* Wendl., *G. falcata* Benth., *G. latifolia* Benth., *G. latrobeana* Meissn. Benth., *G. canescens* F. J. Herm., *G. tabacina* Labill. Benth. 和 *G. tomentella* Hayata。这些种土生土长于澳大利亚、南太平洋岛、中国、巴布亚新几内亚、菲律宾 (Hymowitz 和 Newell, 1981; Hermann, 1962; Newell 和 Hymowitz, 1978; Grant, 1984; Tindale, 1984, 1986)。多年生二倍体大豆属各物种间的杂交种减数分裂正常且可育。

早期人们试图将一年生物种 (野生大豆亚属) 与多年生物种 (大豆亚属) 杂交，但未取得成功。尽管可结出豆荚，但是最终却没有结果且脱落 (Palmer, 1965; Hood 和 Allen, 1980; Ladizinsky et al., 1979)。后来通过胚挽救的方法，体外获得栽培大豆与澎湖大豆 *G. clandestina* Wendl 及栽培大豆与 *G. tomentella* Hayata 亚种间的杂交种 (Singh 和 Hymowitz, 1985; Singh et al., 1987); 利用移植的胚乳作为保护层 (a nurse layer)，获得了栽培大豆和 *G. canescens* 亚种间的杂交种 (Broué et al., 1982)。这些亚种间的杂交种后代都不育，且很难获得。

2. 基因渗入到近缘种

大豆只可与大豆属野生大豆亚属的其他物种杂交。这类基因流的潜力受地理隔离的影响。野生大豆种是中国、韩国、日本和俄罗斯远东地区的本地种。这些大豆种在北美不能

移植，尽管偶尔在研究小区中种植，但没有报道表明这些物种可离开小区而进入未经管理的生境中。

3. 与其他生物之间的相互作用

本章附录中列出了拟作为鉴定指南的与栽培大豆发生相互作用的生物类型。该表格仅以北美的情况作为一个例证。环境安全评价人员应当根据各国情况制定各自的表格，作为评价该国转基因生物对相互作用生物的影响。

表格的目的不是要求比较具有新性状的植物与其对应的栽培大豆所发生相互作用的数据。根据不同的新性状，申请人员会决定提交某些相互作用的数据。需要用科学合理的原理来验证这些数据是否与其余的相互作用有关。例如，如果可清晰地表明新性状不会直接或间接地影响栽培大豆的繁殖或生存特性，则申请人可选择不提供具有新性状的植物是否具有杂草化潜力方面的数据。已经列出了一些生物类型的目录，包括传粉昆虫、丛枝菌根真菌、食草动物、鸟、土壤微生物、土壤害虫。如果新性状涉及这些特定的类型，则申请人应当提供详细的数据，来说明大豆与每一类型指示物种的相互作用。如果具有新性状的植物对另一种生物型（靶标或非靶标生物）产生了显著影响，则需要考虑这种植物所产生的次生影响。

以后将对本章节进行修改，加入相关的新数据。

第七节 栽培大豆的生态学概述

栽培大豆作为 1 种夏季一年生杂草，在野外从未发现 (Hymanitz, 1970)。由于大豆陆地小种基本在东亚国家形成，其驯化极为不稳定。野生大豆亚属除了含有栽培大豆和野生大豆之外，还含有居于两者之间的中间种——半野生大豆。半野生大豆是一种半栽培种或杂草型，只来自于中国东北地区。

野生大豆被认为是栽培大豆的祖先，是一种一年生匍匐状或细条形缠绕植物，分布于中国各地、相邻的俄罗斯远东区域、韩国、日本。它生长于田间、灌木篱墙、路边和河岸。

◆ 参考文献

- Ahmad, Q. N., E. J. Britten and D. E. Byth 1977 Inversion bridges and meiotic behaviour in species hybrids of soybeans. *J. Hered.* 68: 360 - 364.
- Bernard, R. L. and M. G. Weiss 1973 *Qualitative Genetics. Soybeans, Production and Uses.* B. E. Caldwell (ed.) . Agronomy Series, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. pp. 117 - 154.
- Broich, S. L. 1978 The systematic relationships within the genus *Glycine* Willd. subgenus *Soja* (Moench) F. J. Hermann. M. S. thesis. Iowa State University, Ames.
- Broué, P., J. Douglass, J. P. Grace and D. R. Marshall 1982 Interspecific hybridisation of soybeans and perennial *Glycine* species indigenous to Australia via embryo culture. *Euphytica* 31: 715 - 724.
- Caviness, C. E. 1966 Estimates of natural cross - pollination in Jackson soybeans in Arkansas. *Crop Sci.* 6: 211.
- Fekuda, Y. 1933 Cytological studies on the wild and cultivated Manchurian soybeans (*Glycine* L.).

- Jap. J. Bot. 6: 489 - 506.
- Garner, W. W. and H. A. Allard 1920 Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction of plants. J. Agric. Res. 18: 553 - 606.
- Grant, J. E. 1984 Interspecific hybridization in *Glycine* Willd. Subgenus *Glycine* (*Leguminosae*), Aust. J. Bot. 32: 655 - 663.
- Hadley, H. H. and T. Hymowitz 1973 Speciation and cytogenetics. Soybeans, Production and Uses. B. E. Caldwell (ed.) . Agronomy Series, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. pp. 97 -116.
- Hermann, F. J. 1962 A revision of the genus *Glycine* and its immediate allies, USDA Tech. Bull. 1268: 1 - 79.
- Hood, M. J. and F. L. Allen. 1980 Interspecific hybridization studies between cultivated soybean, *Glycine max* and a perennial wild relative, *G. falcata*. Agron. Abst. American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 58.
- Hymowitz, T. 1970 On the domestication of the soybean. Econ. Bot. 24: 408 - 421.
- Hymowitz, T. and C. A. Newell 1981 Taxonomy of the genus *Glycine*, domestication and uses of soybeans. Econ. Bot. 37: 371 - 379.
- Hymowitz, T. and J. R. Harlan 1983 Introduction of soybeans to North America by Samuel Bowen in 1765. Econ. Bot. 37: 371 - 379.
- Karasawa, K. 1952 Crossing Experiments with *Glycine soja* and *G. gracilis*. Genetica 26: 357 - 358.
- Ladizinsky G. , Newell C. A. and T. Hymowitz 1979 Wild Crosses in soybeans: prospects and limitations. Euphytica 28: 421 - 423.
- Newell, C. A. and T. Hymowitz 1978 A reappraisal of the subgenus *Glycine*. Am. J. Bot. 65: 168 - 179.
- Palmer, R. G. 1965 Interspecific hybridization in the genus *Glycine*. M. S. thesis. University of Illinois, Urbana, IL.
- Singh, R. J. and T. Hymowitz 1985 An intersubgeneric hybrid between *Glycine tomentella* Hayata and the soybean, *G. max*. (L.) Merr. Euphytica 34: 187 - 192.
- Singh, R. J. , K. P. Kollipara and T. Hymowitz 1987 Intersubgeneric hybridization of soybeans with a wild perennial species, *Glycine clandestina* Wendl. Theor. Appl. Genet. 74: 391 - 396.
- Skvortzow, B. V. 1927 The soybean - wild and cultivated in Eastern Asia. Proc. Manchurian Res. Soc. Publ. Ser. A. Natural History. History Sect. No. 22: 1 - 8.
- Tindale, M. D. 1984 Two eastern Australian species of *Glycine* Willd. (*Fabaceae*) . Brunonia 7: 207 - 213.
- Tindale, M. D. 1986 Taxonomic notes in three Australian and Norfolk island species of *Glycine* Willd. (*Fabaceae*; *Phaseolae*) including the choice of a neotype of *G. clandestina* Wendl. Brunonia 9: 179 - 191.

附 录

栽培大豆在其生活期与其他生物发生潜在相互作用的实例

其他生物通用名	与栽培大豆 <i>G. max</i> 发生相互作用的病原菌、共生生物、有益生物、消费群体、基因转移
赤星病 (<i>Septoria glycines</i>)	病原菌
霜霉病 (<i>Peronospora trifoliorum</i> var. <i>manshurica</i>)	病原菌
褐茎病 (<i>Phialophora gregata</i> 或 <i>Acremonium strictum</i>)	病原菌 病原菌
疫霉根腐病和疫霉茎基腐病 (<i>Phytophthora megasperma</i>)	病原菌
茎溃疡病 (<i>Diaporthe phaseolorum</i> var. <i>caulivora</i>)	病原菌
丝核菌茎腐病和丝核菌根腐病 (<i>Rhizoctonia solani</i>)	病原菌
腐霉根腐病 (<i>Pythium</i> spp.)	病原菌
镰刀菌枯萎病、根腐病 (镰刀菌属)	病原菌
菌核病 (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	病原菌
豆荚凋腐病、茎枯病 (<i>Diaporthe phaseolorum</i> var. <i>sojae</i>)	病原菌
白叶枯病 (<i>Pseudomonas syringae</i>)	病原菌
大豆花叶病毒 (SMV)	病原菌
炭疽病 (<i>Colletotrichum truncatum</i>)	病原菌
紫斑病 (<i>Cercospora kikuchii</i>)	病原菌
白粉病 (大豆白粉病)	病原菌
根结线虫 [线虫属 (<i>Meloidogyne</i> spp.)]	病原菌
害螨 (蜱螨亚纲: 叶螨科)	消费者
大豆胞囊线虫 (<i>Heterodera glycines</i>)	消费者
斜纹夜蛾、白粉虱 (鳞翅目)	消费者
土壤害虫	消费者
鸟	消费者
食草动物	消费者
传粉昆虫	共生生物或有益生物; 消费者
丛枝菌根真菌	共生生物或有益生物
土壤微生物	共生生物或有益生物
蚯蚓	基因转移
大豆栽培种 <i>G. max</i> 的其他亚种	共生生物或有益生物
其他	—