



# 菜用大豆

## Production Physiology of 栽培生理

Edamame

张秋英 李彦生 杜 明 刘晓冰 著



科学出版社

# 菜用大豆栽培生理

Production Physiology of Edamame

张秋英 李彦生 杜 明 刘晓冰 著

科 学 出 版 社

北 京

## 内 容 简 介

本书是著者承担国家科技部农业成果转化基金、中国科学院农业重大项目、国家自然科学基金、黑龙江省留学人员基金、哈尔滨市学科带头人项目的研究结果,并汇集国内外相关研究的文献资料撰写而成。内容主要包括菜用大豆的历史渊源,农艺特性、类型、标准和产量构成与形成规律,子粒中不同化学成分形成、积累及其含量与食用品质的关系,食用品质形成的关键酶及其活力调控,矿质营养与菜用大豆的产量品质形成,菜用大豆优质高产的播期、密度、采收期和储藏方法,不同区域菜用大豆优质高产栽培技术模式,菜用大豆育种和营养生理研究展望及其产业化发展方案等。

本书可作为从事作物生理学、植物营养学和应用生态学的研究生、科技工作者和农业技术推广专家的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

---

菜用大豆栽培生理 / 张秋英等著. —北京: 科学出版社, 2015.11  
ISBN 978-7-03-046230-5

I. ① 菜… II. ① 张… III. ① 豆类蔬菜—蔬菜园艺 ② 豆类蔬菜—植物生理学 IV. ① S643.7

---

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 264643 号

---

责任编辑: 马 俊 / 责任校对: 郑金红

责任印制: 徐晓晨 / 封面设计: 北京铭轩堂广告设计有限公司

版权所有, 违者必究。未经本社许可, 数字图书馆不得使用

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2016 年 1 月第 一 版 开本: 720×1000 B5

2016 年 1 月第一次印刷 印张: 13

字数: 280 000

定价: 80.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

## 序

菜用大豆属豆科大豆属栽培大豆种[*Glycine max* (L.) Merr.]，是指在 R6（鼓粒盛期）至 R7（初熟期）生育期采青食用的特用大豆。别名毛豆，日本称为枝豆（英译 edamame），韩国称为 Poot kong，泰国称为 Turag。一般大豆青收时都可作为毛豆食用，随着菜用大豆市场的发展，逐渐育成了外观漂亮、营养丰富、适口性好的专用品种，这些品种一般荚大、粒大、色鲜、口感鲜糯、含糖量高，被誉为美味、营养的绿色保健蔬菜，深受国内外广大消费者的喜爱。

我国是世界上最大的菜用大豆生产国和出口国，除国内的需求量很大外，出口量占全世界的 52%。其主要生产区在南方，特别是长江中下游、东南沿海和台湾一带，每年菜用大豆种植面积平均在 15 万  $\text{hm}^2$  左右，现正向全国各地扩展，是我国大豆产业发展突起的异军。

种植菜用大豆的经济效益一般比普通大豆高 2 倍，若加工出口，经济效益更好。鉴于我国菜用大豆产品与国际上优质需求产品相比还有较大差距，有待人们在改良品种基础上提高技术，规范生产，发展规模，扩大产业。

该书作者基于多年来从事遗传育种、品质生理和高产栽培的研究成果，结合国内外相关研究的最新进展，编写成《菜用大豆栽培生理》一书。该书包括十章，在第一章介绍菜用大豆历史渊源的基础上，第二至第四章叙述了菜用大豆的农艺特性、类型、标准和产量构成与形成规律，归纳了子粒中糖分、氨基酸等不同化学成分形成、积累及其含量与食用品质的关系，特别是解析了食用品质的关键酶及其活力调控营养和食用品质的过程，为制订菜用大豆高产优质栽培措施提供了理论依据。第五至第八章则分别介绍了菜用大豆的播期、密度、施肥、采收储藏等主要农艺措施，并从植物生理水平上分析了它们对菜用大豆产量和品质形成的作用机制。第九章综合概括了我国南方、北方和台湾地区现行的菜用大豆优质高产栽培技术，为不同区域菜用大豆的生产提供了参考模式。第十章对菜用大豆育种和营养生理研究进行了展望，并提出了菜用大豆产业化发展的方案。

该书系统地综述了菜用大豆产量和品质形成过程、生理特点和优质高产的关键栽培措施。最大的特点是理论探讨与生产实际紧密结合，阐述了菜用大豆食用品质的形成与调控，对培育和利用优质菜用大豆品种既有理论价值又有实用意义。

该书层次分明、语言简练、逻辑清晰、图表适中、引用严谨、内容丰富、系统性强，对从事菜用大豆研究的科研人员、高校师生具有参考价值，对农业管理、技术推广及菜用大豆生产一线的各类人员具有实际指导意义。这是一部促进大豆产业发展，并能为社会带来经济效益的著作。

应作者之约，特作此序。

中国工程院院士

中国大豆专业委员会名誉理事长

南京农业大学 国家大豆改良中心教授

2015年6月10日



# 前 言

大豆起源于我国，有5000年的栽培历史。大豆在汉代从我国传入朝鲜，之后传入日本；16~17世纪传入印度、印度尼西亚、越南、欧洲和俄国地区，18世纪传入美国。1873年维也纳万国博览会展出中国大豆后，加速了大豆向世界各地的传播，大豆逐渐成为世人公认的营养丰富、有益于健康的理想食品（田佩占等，2010）。

1996年以前，我国是大豆出口国，但随着国外转基因技术和相关种植技术的发展，我国大豆逐渐失去竞争力。2012年和2013年中国进口大豆分别为5800万t和6338万t，而同期我国大豆总产量仅为1280万t和1220万t。如何提高大豆种植的效益是扭转我国大豆产业发展劣势的关键。

菜用大豆是一年生草本植物，豆科（Leguminosae）大豆属的栽培种，学名 *Glycine max* (L.)，别名毛豆（或青毛豆），日本称为枝豆（或啤酒豆），韩国称为Poot kong，泰国称为Turag。

菜用大豆是一种特用大豆，是指在R6（鼓粒盛期）至R7（初熟期）生育期采青食用的大豆。此时豆荚鼓粒饱满，荚色、子粒呈翠绿色，子粒填充80%~90%，还没有达到完全成熟。也就是说，菜用大豆是未出现黄叶而粒荚最大时收获的大豆，属于大豆的专用型品种（张秋英等，2010）。菜用大豆区别于普通大豆的关键特性是粒大、含糖量高和亮绿色（Konovsky et al., 1994; Masuda and Harada, 2000; James, 2007; 张秋英等，2007）。

菜用大豆是味美健康的蔬菜，鲜粒、干豆粒均可作菜用，是日本和中国的传统食品，在东亚地区消费极多（Yinbo et al., 1997; Cui et al., 2004）。它具有糯脆香甜口感，风味清香，可炒食、凉拌，加工制罐或速冻加工出口。营养学家的研究表明，菜用大豆富含维生素A、维生素B<sub>1</sub>、维生素B<sub>2</sub>、维生素C、维生素E、胡萝卜素、蛋白质、不饱和脂肪酸、纤维、多种游离氨基酸、多种挥发性物质、异（类）黄酮化合物和人体必需的矿物质如磷、钙、铁等，较易被人体吸收利用，对肥胖病、高血压、乳腺癌、前列腺癌、骨质疏松、糖尿病、心血管疾病等有预防和辅助治疗的作用，也对调节人们膳食结构和改善营养状况具有重要作用

(Kumar et al., 2011; Hara et al., 2012)。因为营养价值高,食用口感好,菜用大豆被誉为美味、富营养的绿色保健蔬菜,深受国内外广大消费者的喜爱。此外,种植菜用大豆的经济效益一般比普通大豆高2~3倍,若加工出口,经济效益更好,因此,发展菜用大豆将是我国大豆产业突破的重要途径之一。

中国是世界上最早食用菜用大豆的国家,种植历史已有千年以上(Gai and Guo, 2001)。在中国古代,大豆子粒是主要的粮食,叶作为蔬菜用,大豆的子粒、茎、叶、荚也用作动物饲料。在东汉年间已有大豆医用的记载。与此同时,中国古代人们有丰富的大豆食品加工技艺,大豆逐渐由主食扩展到副食,这使得日后大豆青荚采收和菜用大豆鲜食变得很自然。通过史料考证,直到宋代(12世纪)开始有采摘青豆荚作为菜用,并在村店出售的记载。“毛豆”一词最早出现在明代文献中(17世纪),当时人们不仅食用青豆荚或青豆,而且食用熏青豆。

20世纪40年代末,我国台湾省开始进行菜用大豆的生产,作为特种蔬菜栽培已有60多年的历史,育成了一批优质菜用大豆品种,如‘台湾290’、‘台湾292’、‘台湾75’、‘高雄’系列品种等。20世纪80年代以后,菜用大豆成为台湾农产品出口量第一的作物。日本是开展菜用大豆育种较早的国家之一,已选育出许多优良品种,如‘大大茶’、‘平床’、‘早生绿’、‘札幌绿’。

我国大陆对菜用大豆的研究起步较晚,自20世纪80年代以来,相继育成了一些菜用大豆品种,如江苏省徐淮地区淮阴农业科学研究所的‘楚秀’、安徽省农业科学院的‘新六青’、浙江省农业科学院的‘瑞丰’、辽宁省农业科学院的‘辽鲜1号’、东北农业大学的‘东农298’、上海交通大学的‘95-1’和中国科学院东北地理与农业生态研究所的‘中科毛豆1号’和‘中科毛豆2号’等。

我国南方,特别是长江中下游、东南沿海和台湾一带,是菜用大豆的主要生产和消费地区。每年我国菜用大豆种植面积平均在15万 $\text{hm}^2$ 左右,单产一般为5 t,我国是最大的菜用大豆出口国,出口量占全世界的52%,且国内的需求量也很大。然而,我国菜用大豆与国际上优质菜用大豆的生产及其品质差距较大,而且栽培管理较为粗放,茬口单调,没有形成规模,严重制约了菜用大豆产业的发展(韩天富和盖钧镒, 2002)。此外,菜用大豆的栽培需要更加精细的操作,与普通大豆相比,高产优质菜用大豆需要更多的水分和更好的土壤,以及精细的施肥管理措施,并要根据不同区域的特点采取相应的种植方式。如何提高菜用大豆的产量

和品质是我国菜用大豆生产和研究中需要解决的主要问题。

本书是著者在科技部农业成果转化基金、中国科学院农业重大项目、国家自然科学基金、黑龙江省留学人员基金和哈尔滨市学科带头人项目的支持下,基于多年来从事菜用大豆育种的实践和栽培生理研究的有关积累,收集了国内外相关的研究资料,分为10个章节编写而成。其中,第二到第七章主要归纳整理了著者多年的主体研究结果,其他章节更多地引用了国内外最新的研究成果和进展,并结合了著者的部分研究数据综合撰写而成。

第一章由张秋英、刘晓冰编写,第二章由刘晓冰、张秋英、李彦生编写,第三章由张秋英、李彦生、刘晓冰编写,第四章由李彦生、张秋英、杜明编写,第五章由李彦生、张秋英、刘晓冰编写,第六章由李彦生、张秋英、刘晓冰编写,第七章由杜明、张秋英、刘晓冰编写,第八章由张秋英、杜明、刘晓冰编写,第九章由刘晓冰、张秋英、李彦生编写,第十章由张秋英、刘晓冰编写。全书由张秋英、刘晓冰统稿。

全书通过10个章节的基本描述,试图为人们利用和普及菜用大豆提供正确的信息和必要的知识,为菜用大豆主产区的持续发展提供一些基础资料,期待能够启发对菜用大豆有兴趣的研究者,为生产经营者提供参考和技术支撑,为生产加工高品质的菜用大豆提供可行的农艺方法和技术措施,促进我国菜用大豆产业的蓬勃发展。

著者十分感谢科技部、中国科学院、国家自然科学基金委员会、黑龙江省科技厅、哈尔滨市科技局给予的有关项目支持,尤其感谢国家自然科学基金项目“钾素营养促进菜用大豆子粒蔗糖积累的生理机制”(41471241)的支持,同时向本书所引用的论文和其他著作的作者表示谢意。

著者

2015年8月24日

# 目 录

序

前言

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第一章 世界菜用大豆栽培历史         | 1  |
| 第一节 菜用大豆词源学            | 1  |
| 第二节 亚洲及欧洲鲜食绿色大豆的历史     | 2  |
| 第三节 美国鲜食绿色大豆的历史        | 7  |
| 第二章 菜用大豆的产量形成          | 16 |
| 第一节 菜用大豆的类型和标准         | 16 |
| 第二节 菜用大豆品种(系)的农艺特性     | 18 |
| 第三节 菜用大豆的产量构成形成规律      | 24 |
| 第四节 菜用大豆百粒鲜重 QTL 定位    | 27 |
| 第五节 菜用大豆的干物质积累规律       | 29 |
| 第六节 菜用大豆产量预测模型及其分析     | 31 |
| 第三章 菜用大豆的品质及其形成        | 36 |
| 第一节 菜用大豆的品质            | 36 |
| 第二节 鲜食期子粒中化学成分含量与食用品质  | 42 |
| 第三节 菜用大豆子粒糖分积累         | 45 |
| 第四节 菜用大豆子粒营养品质的积累      | 48 |
| 第五节 菜用大豆子粒不同部位蔗糖的积累    | 51 |
| 第四章 食用品质的关键酶及其活力       | 56 |
| 第一节 蔗糖代谢酶调控及测定方法       | 56 |
| 第二节 子粒形成期关键酶活力         | 60 |
| 第三节 子粒不同部位关键酶活力        | 64 |
| 第四节 综合分析               | 68 |
| 第五章 菜用大豆的播期            | 70 |
| 第一节 播期对菜用大豆鲜菜产量的影响     | 70 |
| 第二节 播期与菜用大豆食用品质相关组分的关系 | 75 |

|             |                          |            |
|-------------|--------------------------|------------|
| 第三节         | 播期对调控食用品质形成关键酶活力的影响      | 79         |
| 第四节         | 播期对菜用大豆物候期、根系性状及干物质积累的影响 | 83         |
| 第五节         | 综合分析                     | 87         |
| <b>第六章</b>  | <b>菜用大豆的氮素营养</b>         | <b>90</b>  |
| 第一节         | 氮素营养与产量                  | 91         |
| 第二节         | 氮素营养与品质                  | 98         |
| 第三节         | 氮素用量与食用品质形成关键酶           | 104        |
| 第四节         | 综合讨论分析                   | 107        |
| <b>第七章</b>  | <b>菜用大豆的钾素营养</b>         | <b>110</b> |
| 第一节         | 施钾对菜用大豆生理特性的影响           | 111        |
| 第二节         | 施钾对菜用大豆产量的影响             | 117        |
| 第三节         | 施钾对菜用大豆外观品质的影响           | 120        |
| 第四节         | 施钾对菜用大豆食用品质的影响           | 122        |
| 第五节         | 施钾对菜用大豆营养品质的影响           | 127        |
| 第六节         | 综合讨论                     | 128        |
| <b>第八章</b>  | <b>菜用大豆的其他栽培管理及采收储藏</b>  | <b>135</b> |
| 第一节         | 菜用大豆的密度和土壤水分             | 135        |
| 第二节         | 菜用大豆的磷肥、采收期和种子活力         | 138        |
| 第三节         | 播深对菜用大豆和普通大田大豆的出苗生长影响    | 141        |
| 第四节         | 种子处理、储藏与冷冻               | 146        |
| <b>第九章</b>  | <b>菜用大豆种植方式</b>          | <b>150</b> |
| 第一节         | 南方菜用大豆的栽培技术              | 150        |
| 第二节         | 北方菜用大豆的栽培技术              | 162        |
| 第三节         | 台湾菜用大豆优质高产栽培技术           | 165        |
| <b>第十章</b>  | <b>菜用大豆发展展望</b>          | <b>171</b> |
| 第一节         | 菜用大豆产业化发展的方案             | 171        |
| 第二节         | 菜用大豆育种展望                 | 174        |
| 第三节         | 菜用大豆营养生理研究展望             | 179        |
| <b>参考文献</b> |                          | <b>184</b> |

# 第一章 世界菜用大豆栽培历史

## 第一节 菜用大豆词源学

所有的大豆都可以划分为两大类：小粒的普通大田大豆和大粒的菜用大豆。实际上这种区分的界限并不分明，因为除了子粒大小差异外，一般认为两者遗传差异较小，甚至没有太大的遗传和生物化学差异。但是，质量性状上两者之间差异较大。

几个世纪以来，东亚地区就有目的地开始选择培育粒大、口感好、烹饪时间短、鲜嫩的菜用大豆。一般来讲，这种大豆要比普通大田大豆具有相对高的蛋白质含量和稍低的含油量。普通大田大豆一般都注重选育高产、高蛋白、高油、抗炸荚、利于机械收割的品种，很少注重口味和子粒大小，当然，日本的纳豆和中国的芽用大豆除外。实际上，与大粒的菜用大豆相比，小粒的普通大田大豆易于保持种子活力，尤其是在温带和湿润气候条件下。这可能是大粒的菜用大豆一般都是在寒冷的北方气候下演化而来的部分原因。尽管如此，普通大田大豆和菜用大豆均可在鲜食期采食，然而，专用菜用大豆更受人们欢迎，这是因为它的口感和质地好，且容易剥皮。无论如何，当今世界 98% 以上的大豆都是小粒商业用大田类型。

作为食物利用，大豆子粒有两个最为关键的收获时期，即鲜食期和完熟期。在任何时期食用，大豆都要达到基本成熟，菜用大豆是在达到完熟期之前采食，而且食用之前需要煮熟。不管完全成熟的大豆种皮颜色如何，鲜食期大豆的颜色多数是宝石绿色，并且热煮后颜色更绿。鲜食绿色大豆是所有绿色蔬菜中营养最丰富的一种（蛋白质含量高），易于种植在住宅的原田地或者菜园中，甚至可以种植在高纬度生育期短的不可能种植正常成熟大豆的地块。在鲜食期收获采摘大豆，可以明显缩短烹饪时间，只需要 10 min，而且能够避开成熟大豆脱谷和扬场的麻烦。

在东亚很多地区，尤其是日本和韩国，鲜食期采食的大豆都是菜用大豆。事实上，在日本不能把它称为菜用大豆，鲜食大豆普遍称为 *edamame*（枝豆）。普遍种植于日本北方并由于具有很好的食味受到日本豆制品生产青睐的大粒大豆称为日本大豆，这种叫法等同于普通大田大豆。因此，菜用大豆和普通大田大豆完全不同。

传统上，我国把鲜食大豆称为毛豆（*hairy beans*），因为绿色荚皮上布满了很短的柔软绒毛。早在公元前 200 年到公元 500 年，或许比这个时间还要早，人们就把菜用大豆称为鲜大豆，也称为兰黄豆（*Chung and Ripperton*, 1929）。正常成熟的绿皮大豆称为青大豆。英语国家中，鲜食大豆有不同的名字，如鲜食绿豆豆

(Itano, 1905)、绿色豆(Morse, 1915; Itano, 1918)及作为绿色蔬菜的大豆(Jordan, 1918)。鲜食绿色大豆(fresh green soybeans)的概念由Brown于1919年首次提出,并被美国康奈尔大学于1945年出版的《大豆食品》一书采纳,从而被广泛应用。目前的标准叫法并不完善,这是因为尽管字面上意味着鲜食而实际上必须烹煮方可食用。Pelton(1920)及后来许多人把鲜食大豆称为绿荚大豆。20世纪30年代和40年代,鲜食绿色大豆被普遍称为绿色大豆(Woodruff, 1937; Lager, 1942; Faulkner et al., 1944),这种称谓的问题在于没有清楚地分辨出菜用大豆和绿皮大田常规大豆的差异,后者目前称为绿色大豆。

鲜食绿色大豆也曾被称为未成熟的大豆(Horvath, 1938)或者绿色未成熟期的大豆(Faulkner et al., 1944)。这种叫法不太确切,且不利于商业运作,这是因为实际上它已经成熟,只是子粒没有完全脱水而已。消费者是绝不会选择未成熟的大豆进食的。1977年,Bates等把它称为绿色成熟大豆,英文是green-mature soybeans。1981年,北美大豆食品协会官方采纳了目前的鲜食绿色大豆作为标准提法。

20世纪30年代,由Morse提出的蔬菜型大豆,长期以来也被叫做可食用类型的大豆和菜园类型的大豆,英文名字是edible-type soybeans和garden-type soybeans。“可食用”的说法有问题,因为不管是菜用大豆类型还是普通大田类型都可食用,而且许多普通大豆食味也相当不错。因此,菜园类型大豆的说法会限制菜用大豆种植面积的发展,顾名思义,这是只能种植在菜园子里的大豆,这是第二次世界大战时流行的主要做法。事实上,大多数菜用大豆目前也是可以大面积种植在大型农场或农户的田地里,完全变干后销售,用于制造豆制品。同样,值得指出的是,蔬菜型大豆的说法也远非理想,因为它意味着这种大豆处于鲜食蔬菜状态,而实际上人们经常利用或者销售完全变干的这种大豆。

就菜用型鲜食绿色期取食的大豆,Morse(1930)将其称为绿色菜用大豆,而在脱水期食用则称为干菜用大豆。法语中,鲜食绿色大豆一开始被称为graines fraiches,但是Li和Grandvoinnet(1912)把它称为le soja frais,这个词就成了标准的说法,直到现在。德语中,一开始将其称为soja als gemuse(作为蔬菜的大豆),20世纪70年代开始也逐渐将其称为frische gruene sojabohnen(鲜食绿色大豆)。

在没有更好的叫法出现之前,人们不得不使用菜用大豆或者大粒菜用大豆的说法。或许今后人们把它统一称为大粒鲜食味美的大豆更为确切,英文将它翻译成large-seeded good-tasting fresh soybeans(LSGT)。这种叫法很可能会逐步得到人们认可,正如我国人民把大粒的普通大豆提前收获当成毛豆销售一样,日本的大粒型普通大田大豆已占领菜用大豆的部分市场。

## 第二节 亚洲及欧洲鲜食绿色大豆的历史

许多亚洲国家栽培菜用大豆的历史都很长(Lumpkin et al., 1993)。整个东亚,

作为鲜食利用的大豆长期以来主要被种植在分割水田的狭窄人行道边或水田的周边用以保水保土；也有种植在小麦、蔬菜或其他作物田边的，细心的农户能利用好每一寸现有的耕地。收获时，用手拔掉每个单株，去掉根部的泥土。除掉所有的叶片后，大约每 15 株为一捆，用水稻秸秆或大麻绳捆好，卖到市场。在家庭或饭店中，通常的食用做法是把没有剥荚的鲜食绿色大豆放在热水或盐水中蒸煮 10~15 min。秸秆作为燃料烧火做饭或烧水。煮后的大豆一般都是整荚，作为冷盘或小菜。用餐者像吃花生一样剥开豆荚，不仅可以作为用餐时的一种愉快消遣，而且节省了厨师剥皮的时间。

整个东亚，所谓蔬菜型的大豆，人们最喜欢把它称为鲜食绿色大豆，并且广泛用于制作豆腐和其他豆制品，很少把它们作为食用油、工业产品、饲料的来源，部分原因是小粒大田常规大豆很多。

## 一、中国的菜用大豆历史

中国鲜食绿色大豆最早的记载是公元前 2 世纪的春秋战国时期，当时提出鲜食大豆益于中医所说的阳。公元 452~536 年，中国南北朝时期，南梁著名的医学家陶弘景(图 1-1)写的《名医别录》中，就明确提出，鲜食绿色大豆对以下疾病有疗效：患水肿的疾患(病)、胃热、瘫痪、尿急尿频尿失禁、排尿困难、膀胱炎、血液循环不畅、鼻喉黏膜、心脏疾病、肝疾病、肾疾病、胃肠疾病、伤寒，以及误食狼毒导致的中毒等。1597 年，李时珍写的《本草纲目》同样指出，鲜食绿色大豆具有多种药效。

古代中国，鲜嫩的菜用大豆叶片(豆苗)曾作为蔬菜，尤其在饥荒年代，是穷人饭桌上的救命食粮。当然，宫廷宴会中也很普遍。最常用的做法是炒猪肉片或炖鸡肉，也可小火做汤(盖钧镒等，2002)。

通过史料考证，直到宋代(12 世纪)才开始有采摘青豆荚作为菜用，并在村店出售的记载。“毛豆”一词最早出现在 17 世纪的明代文献中，当时不仅食用青豆荚或青豆，而且食用熏青豆。20 世纪 40 年代末，我国台湾开始进行菜用大豆的生产，作为特种蔬菜栽培已有 60 多年的历史，育成了一批优质菜用大豆品种，如‘台湾 290’、‘台湾 292’、‘台湾 75’、‘高雄’系列品种等。菜用大豆在 20 世纪 80 年代以后成为台湾农产品出口量第一的作物(盖钧镒等，2002)。

历史上，中国东北鲜食绿色大豆相当普遍，种植方式一般是与两行玉米、高粱或谷子间作。自新中国成立以来，鲜食绿色大豆的消费继续广泛增加。作为季



图 1-1 南北朝时期医学家陶弘景

节性的蔬菜,鲜食绿色大豆多数种植在水田埂上,主要是农户自家消费。当然,也有进行大田生产的,用于销售到市场。在中国长江流域,鲜食绿色大豆栽培更加普遍,一般是4月中旬播种,6月中旬收获,再往北就是秋季收获(Watanabe and Nagasawa, 1990)。

市场上经常看到的是放在大筐篮子里出售的深黑色毛茸茸的豆荚,偶尔也有去壳后的子粒出售。大多数人认为,和甜玉米一样,刚刚采收的鲜食大豆更加好吃(Lin, 2001)。

中国的菜用大豆有和猪肉炒在一起,或者炖鸡的做法,或者干脆就是开水煮后撒些盐、酱油、芝麻油,作为小吃直接食用。尽管我国速冻的产品已经上市,但是,目前罐装的菜用大豆较少。

我国台湾的菜用大豆育种,初期仅是对一些粮用品种进行单株筛选,标准是:大粒( $>25\text{ g}/100\text{ 粒}$ ),对当地的土壤和气候具有较好的适应性。1970年,中国台湾地区从日本引进专用毛豆品种后,开始育种研究。1980年以后,亚洲蔬菜研究发展中心进一步加大毛豆的育种力度,从美国、日本、韩国、中国大陆和菲律宾等地引进了142份具有大粒性状的种质材料,经过多点区试评比后发现,虽然其中一些品系的产量显著高于对照,但品质仍不能适应日本市场的需求。1984年以后,亚洲蔬菜研究发展中心又从日本引进了51份毛豆品种,进行了170多个组合的杂交和回交选育,由此推出了多个符合市场标准的毛豆新品种,其中最具有影响的品种(系)有‘AGS292’、‘G9053’、‘GC83005-9’等近10个新品系,在中国台湾毛豆业的发展中起到了极其重要的作用。近年来,亚洲蔬菜研究发展中心进一步加强毛豆新品种的选育,从外观形态到口感风味都取得了突破性的进展,并将糖分和氨基酸的含量作为品质检测指标。其中‘75-1’以明显的大荚、大粒、灰白毛等特征深受中国大陆生产者和消费者的欢迎,品系‘AGS334’和‘AGS335’取得了产量上的突破。我国农民在长期的生产过程中选育过大量的地方毛豆品种,但也仅限于对粮用品种的单株筛选。1990年以后,我国农业科技工作者才开始注重毛豆的育种研究,虽相继育出了一些菜用大豆新品种,但大部分品种尚不符合国际市场的需求标准,有待进一步改良。

## 二、日本的菜用大豆历史

到目前为止,人们还不清楚日本鲜食绿色大豆或大粒蔬菜型大豆最初的历史。Lumpkin等(1993)认为日本鲜食绿色菜用大豆的历史有400多年。也有人提出:菜用大豆大约是在200年前从韩国和中国的上海传到日本,初期阶段仅为贵族阶层享用的。

植物学家Nagai于1922年报道认为日本北方的大豆子粒比南方的大。Nagata于1960年提出大粒蔬菜型大豆区别于其他大豆,是因为它们来自中国北方且通过

北方传播途径,并主要在日本的北方种植,而且认为生育期短的种皮相对很薄。Hymowitz 等于 1972 年的研究表明,大粒绿色大豆的蛋白质电泳图谱有别于小粒大豆的蛋白质电泳图谱。

古代日本,传统上,鲜食绿色大豆是两个秋季赏月节日里的必备食物,即第八个月的第 15 天和第九个月的第 13 天(现今 9 月中旬的日子和 10 月中旬的日子)。日本人把大豆收获的那个夜晚,称为大豆月除夕(Soybean Moon Eve)。20 世纪 30 年代,日本人开始在 3 月初于温室里种植鲜食绿色大豆,然后在 4 月初移栽,一般是 6 月末或 7 月收获。

一直以来,鲜食绿色大豆是日本最受欢迎的夏季蔬菜之一,烹饪后做成冷盘,在饭店里饮用清酒和啤酒。通常是在豆荚上撒一点食用盐,盐会渗入大豆起到调味作用。还有一种吃法是放些糖用小火慢慢煮豆荚,然后食用。20 世纪 70 年代中期,日本开始流行预先烹饪好了的去壳的绿色鲜食大豆,称为 Hitashi Mame 或 mukimame,包装在轻度撒盐的具有清汤的香肠型塑料袋里。而绿色鲜食大豆制成的面团,称为 zunda-michi(Masuda, 1991a)。

菜用大豆(毛豆)在日本市场迅速发展的第一个刺激因素是啤酒业的发展,使得毛豆一跃成为最受欢迎的佐酒食品。在日本,毛豆消费增长的第二个刺激因素是家庭冰箱的普及,导致速冻毛豆的消费量进一步增加。在日本市场,毛豆销量大增的第三个刺激因素是日本妇女角色的改变,她们无暇准备一日三餐,而预烹好的速冻毛豆则成了最受欢迎的方便食品(Masuda, 1988)。20 世纪 90 年代,日本每年平均消费菜用大豆 11 万 t(Nakano, 1991),目前需求量更大。如今,日本已发展成为世界上毛豆消费量最大的国家,每年的消费量在 16 万 t 以上,但其本国只能生产该需求量的 60%,约 40%要从国外进口。

日本人主要关心菜用大豆的 3 个品质:食味、甜度和质地。为满足这些要求,育种者选择的菜用大豆标准有 5 个:外观、口感、质地、味道和营养价值。口感主要由蔗糖、谷氨酸和丙氨酸决定。最理想的味道是“花的味道”和“无豆腥味”(Masuda, 1991a)。煮熟的菜用大豆富含维生素 C(抗坏血酸)、维生素 E(生育酚)和食用纤维。菜用大豆中也含有胰蛋白酶抑制剂和其他抗营养因子。市场要求菜用大豆荚色亮绿,具淡色绒毛,无病斑,每荚至少两粒。

20 世纪 60 年代起,日本的研究者就开始通过杂交、回交和辐射的手段选育菜用大豆新品种,并在品质、适应性、产量及熟期等农艺性状的改良方面不断取得突破性进展。在熟期上从极早熟到极晚熟,荚的体积从中等到特大,荚毛偏向灰白色,荚的色泽从淡绿到鲜绿,品质从口感甜、糯甜品质上升为内在可溶性糖和氨基酸的含量适当,速冻后不变硬。20 世纪 90 年代初,日本选育的毛豆品种多达 400 余个(Kiuchi et al., 1989; Nobuo, 1991)。目前已有 500 多个品种。这些品种一方面满足了其国内市场需求,另一方面也被推广到多个国家和地区,包括中国、韩国、美国和澳大利亚,既为这些国家菜用大豆育种提供了较好的种

质资源，也为世界范围内菜用大豆的生产做出了极其特殊的重要贡献。

### 三、其他亚洲国家和欧洲地区的菜用大豆历史

大粒蔬菜型大豆在韩国非常多见，作为鲜食绿色大豆相当受欢迎。1931年，Morse 记载韩国市场的通常做法是裹在报纸里以豆荚或去壳后出售，可以当作小菜就着米饭食用。

鲜食绿色大豆在印度尼西亚称为 kedelai rebus，豆荚附着在茎秆上于热水中煮 15~20 min 直至鲜嫩，扎成捆作为小吃出售。自 1990 年，印度尼西亚开始菜用大豆的商业化种植。

在泰国，鲜食绿色大豆称为 Taurae。Ochse 于 1931 年记载印度尼西亚鲜食绿色大豆是生吃或蒸熟了吃。

鲜食绿色大豆在第三世界实际上无人知晓。然而，在这里的潜力和前途可能更大。因为，多数农户主要是食用种植在他们家庭菜园或农场中未加工的食物，或在自由市场出售，而且，大豆日益被人们认可，是弥补蛋白质-热量营养不足的最佳食品之一。

亚洲蔬菜研究发展中心把开展鲜食绿色大豆引进第三世界的工作作为最近几年最为重要的一项任务，并坚信将会很有前景。最近几年，孟加拉国也开始种植菜用大豆用于咖喱菜中。非洲的马拉维，把鲜嫩的菜用大豆叶片作为小菜食用。2010 年，南非德班市政府已经就开发菜用大豆、补充当地学前儿童蛋白质亏缺等问题开展专题研发，已从亚洲蔬菜研究发展中心引进了部分品种，并和中国科学院东北地理与农业生态研究所的研究人员合作开展有关种质资源利用和抗炸菜方面的研究工作。随着该地区人们对鲜食菜用大豆的不断认识，以及对菜用大豆研究的深入，作者乐观预测，不久的将来，菜用大豆将成为这些地区普通大众喜欢的菜肴。

早在 1858 年，欧洲就有鲜食绿色大豆的记载。法国的 Lachaume 推崇鲜食绿色大豆为西方第一个豆制品菜肴。通常的做法是把鲜食绿色的子粒放到沸水中热煮，种皮逐渐脱落并上浮到水表面后捞出。一般是热煮 30 min 后，一道鲜美的佳肴就做成了。

1880 年，法国豆制品学会的专家 Paillieux 记载，去掉鲜食绿色大豆的豆壳需要很多人力，但他没有意识到煮成半熟就非常容易去壳。1885 年，德国的 Harz 报道，有些鲜食绿色大豆品种含有较高的淀粉，而成熟后的大豆淀粉含量较少。1911 年，法国的 Beltzer 提到鲜食绿色大豆可以像绿豌豆一样食用。Li 和 Grandvoinet (1912) 在他们的经典专著《大豆》(*Le Soja*) 中，对鲜食绿色大豆 (*le soja frais*) 做了简单介绍，当时指出由于淀粉含量低，鲜食绿色大豆是糖尿病患者最有价值的豆类蔬菜，并提出罐装效果同样好。Mollieux 报道，1914 年，法国就有鲜食绿色大豆在市场上销售，

他可能是世界上对鲜食绿色大豆组分和食品价值进行分析的第一人。

从 1920 年开始, 法国内科医生 Le Goff 成为百姓庭园中种植鲜食绿色大豆运动的倡导者和推进者。他指出, 鲜食绿色大豆像豌豆一样很容易烹饪, 味道有点像栗子, 是糖尿病患者的最佳饮食。Lager 于 1945 年指出, 英国人、法国人、德国人在 20 世纪 20 年代中期就已经发现鲜食绿色大豆的价值, 从此鲜食绿色大豆成为他们配餐中的必需食品。Horvath 于 1927 年提及, 是 Hmelarsh 先生于 1919 年首次推荐在中欧的北部开始种植鲜食绿色大豆的。目前, 欧洲的菜用大豆发展尚有很大的发展潜力有待挖掘。

此外, 澳大利亚最近 10 年也开始注重菜用大豆的研究, 但是, 由于种子供应、品种适应性和品质等方面的限制, 澳大利亚菜用大豆的生产形成规模还会走更长的路。

### 第三节 美国鲜食绿色大豆的历史

尽管美国不是世界菜用大豆的主产国, 但其发展历史比较清晰。1756 年, Henry Yonge 在他的家乡, 美国佐治亚州 Thunderbolt 的农场上开始种植大豆, 成为美国历史记载中第一位种植大豆的人, 尽管他种植的大豆很可能是食用型大豆 (Hymowitz et al., 1972)。

#### 一、发展初期(1855~1929 年)

有记载的美国消费鲜食绿色大豆的年份是 1855 年。当时一位俄亥俄州的人写了一篇题为《乡村绅士》(*Country Gentleman*) 的文章, 文章中提及“这种东西吃几次就会感到味道鲜美, 最好是和其他豆类混着吃, 但是很难剥荚皮”。他没有意识到煮成半熟就非常容易去荚皮。

美洲的第一个蔬菜型大豆品种, 是 1894 年从中国的山东省引进的大粒菜用型大豆品种 ‘Easycook’ (SPI No. 34702)。Morse (1930) 认为这种大豆非常容易烹饪, 每磅<sup>①</sup>2700 粒, 百粒重 16.8 g。第二个蔬菜型大豆品种是 ‘Hahto’, 于 1915 年从日本南部的 Wakamatsu 引进, 该品种粒大, 每磅 1250 粒, 百粒重 36.3 g。这种大豆在日本普遍称为“和平鸽杀手”(dove killer), 多半在未完全成熟植株呈绿色时期采摘, 煮着食用, 尤其是在正常成熟的 3/4 期作为鲜食蔬菜更有价值。Friedenwald 和 Ruhrah 于 1910 年讨论了鲜食大豆在糖尿病患者饮食食谱中的应用, 他们采纳了美国北卡罗来纳农业试验站提出的食谱, 把菜用大豆和奶油、熏肉、作料一起食用, 并建议鲜食绿色大豆可以用在糖尿病患者饮食食谱中, 明确提出食用前不

① 1 磅=0.453 592 kg