

中/国/资/源/生/物/研/究/系/列

大豆品质生物学与 遗传改良

王绍东 夏正俊/主编



科学出版社

中国资源生物研究系列

大豆品质生物学与遗传改良

王绍东 夏正俊 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书共分为九章，内容涉及世界大豆生产利用及动向，大豆种子构造及品质性状，大豆品质性状及其营养功能，大豆品质性状生理学与分子生物学基础，生态环境对大豆品质性状的影响，大豆种子成分含量检测分析，大豆品质性状的遗传、QTL 定位与基因克隆，大豆品质改良育种途径与方法，大豆品质改良与分子设计育种等方面。

本书可供从事大豆科学研究，特别是从事大豆品质改良与分子育种研究的各涉农大专院校及科研院所的科研人员及学生使用，也可为关注我国大豆食品科学事业的发展、重视健康饮食的热心人士参阅。

图书在版编目(CIP)数据

大豆品质生物学与遗传改良 / 王绍东, 夏正俊主编. —北京: 科学出版社, 2014. 7

(中国资源生物研究系列)

ISBN 978-7-03-041385-7

I. ①大… II. ①王… ②夏… III. ①大豆-粮食品质-生物学-研究 ②大豆-粮食品质-遗传改良-研究 IV. ①S565.103.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 153683 号

责任编辑: 岳漫宇 罗 静 / 责任校对: 桂伟利
责任印制: 赵德静 / 封面设计: 耕者设计工作室

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>

北京通州皇家印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 7 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2014 年 7 月第一次印刷 印张: 20

字数: 448 000

定价: 108.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《大豆品质生物学与遗传改良》编写人员

主 编

王绍东 夏正俊

主 审

刘宝辉

各章编写人员

第一章	王绍东	王 浩	第二章	王绍东	姜 妍
第三章	王 浩	王绍东	第四章	辛大伟	
第五章	姜 妍	王 浩	第六章	姜振峰	
第七章	蒋洪蔚		第八章	王绍东	姜 妍
第九章	夏正俊				

序 一

应《大豆品质生物学与遗传改良》作者的盛情相约，代作序，欣然命笔。

现代中国十分关注粮食生产。粮食指什么？古代的“粮”指五谷，即稻、黍、稷、麦、豆。大豆是五谷之一。古人早已强调“食”，有“民以食为天”之说。粮食=“粮”+“食”，粮为食所必需，古人特别重视人们要食用的粮。五谷中四个是禾本科谷物，一个是豆科粮食，这个搭配有其科学意义，禾谷类谷物以淀粉为主，大豆富含蛋白质(约40%)和油脂(约20%)。因此古书记载：“圣人治天下，使有菽粟如水火”(《孟子》)。五谷搭配组成了相对完整的人体必需营养，再加上蔬菜富含维生素和纤维素，保证了以植物营养为主的东方民族生息繁衍。但是目前出现了一些偏向，将粮食的概念狭隘化为禾谷类，误导了作物布局和种植结构，干扰了作物生产的可持续发展。该书《大豆品质生物学与遗传改良》从大豆籽粒品质性状的组成、功能，品质形成的生态、生理与分子生物学基础，以及品质性状的遗传与改良等方面来说明大豆对于人类的重要性，从而科学地解释了古人关于五谷认识的全面性。

大豆在中华民族发展的历史长河中曾经是主要粮食，因此有“菽粟如水火”之说。自汉代淮南王刘安发明制作豆腐后，豆腐、豆浆成为重要的营养食品，以后对豆腐进一步加工技术的发展形成了一系列的豆腐类制品。大豆发酵是另一类加工方向，如豆豉、纳豆、酱油等形成了另一系列的大豆佐餐食品。煎制大豆、毛豆、豆芽又是另一类大豆食品。因此大豆长期以来是我国先祖们的主辅食品和蛋白质营养的直接来源。此外，大豆尤其豆粕历来都是重要的动物饲料，通过肉食转换成先祖们蛋白质营养的间接来源。现代科学研究对大豆的营养成分有了更全面的了解，大豆种子富含脑磷脂、卵磷脂、异黄酮、维生素E、低聚糖、皂苷等多种功能成分，在降低心脑血管疾病、乳腺癌、前列腺癌的发病率、延缓病程、增强抵抗力等方面有着很好的功效。相应地，这些功能性营养物质得到了开发和应用，并发展了现代加工技术，形成了深度加工的新产品。大豆油脂和蛋白质除了食用外，还有多种工业利用途径，油漆、塑料、胶合剂、纺织纤维等都是新兴的大豆工业产品。由大豆生产到大豆加工利用形成了长长的产业链，大豆产业链比其他任何作物要长得多，因而是营养价值高、产品多、附加值高的重要农作物。

我国大豆生产面临着严峻的经济效益竞争，这涉及与国际大豆行业的竞争，也涉及国内政策因素的竞争。解决这类大豆生产外部条件的问题主要有赖于政府部门的宏观调控。从科学技术的角度看，决定大豆生产和产业发展的主要因素是提高大豆的产量和品质，其中首先是大豆品种的改良，尤其是产量和品质的改良。中国的种业正在与育、繁、推一体化的商业化育种接轨。未来的大豆品种必然要应对大豆利用和加工的需求。鉴于大豆利用和加工是多方向的，要求一个品种适合各种各样的需求是困难的，针对不同利用和加工产业培育专用品种是未来多快好省的育种策略。

面向未来大豆多方向品质改良的需求，东北农业大学国家大豆工程技术研究中心的

王绍东与中国科学院大豆分子设计育种重点实验室的夏正俊两位博士，共同组织编写了《大豆品质生物学与遗传改良》。该书内容包括：世界大豆生产利用及动向，大豆种子构造及品质性状，大豆品质性状及其营养功能，大豆品质性状生理学与分子生物学基础，生态环境对大豆品质的影响，大豆种子成分含量检测分析，大豆品质性状遗传、QTL 定位与基因克隆，大豆品质改良育种途径与方法，大豆品质改良与分子设计育种等部分。作者以大豆品质生物学为基础，从大豆遗传改良的角度，提出了“品质制胜”的观点。他们通过对世界大豆生产发展和利用现状的分析，阐述了近期世界大豆的供需关系和发展动向。在大豆种子微观结构、品质性状组成与功能特性、环境影响、检测方法等的基本知识的基础上，对品质性状生理、生态和遗传的分子生物学基础做了介绍。回归到大豆品质育种，作者以回交转育为重点说明了相关的理论、途径与方法，结合现代发展还介绍了基因/QTL 定位、基因克隆等分子技术及其育种应用。最后，作者对大豆品质改良与分子育种的应用前景做了讨论和展望。

该书内容丰富，资料详实，引用的近千份国内外文献既涉及经典的育种理论，又包含现代分子生物学理论与技术，为读者提供了广泛的知识拓展线索，是一本值得大豆育种及加工等科技工作者参考的专著。

故特此作序。

国家大豆改良中心



2014年3月18日

序 二

我国著名作物遗传育种学家、中国工程院院士、南京农业大学教授盖钧镒先生已经为该书作序，对该书做了十分确切的评价和推荐。这里我仅从另一个侧面谈谈阅读该书的感悟。

中国有着近 5000 年的大豆耕种史，在中华民族繁衍生息过程中，大豆元素无处不在。应该说中国的大豆为全人类的健康发展做出了卓越的贡献。特别是近 1 个多世纪以来，随着大豆育种技术的快速发展，大豆的单产和品质水平都有了较大程度的提高。比较黑龙江省近 20 年的大豆育成品种品质特性，不难发现 2006~2010 年审定的品种品质性状的最高值，均高于 1986~1990 年的最高值。其中，大豆品种粗脂肪含量在 23.0% 以上的品种就有 9 个，蛋白质含量高于 45.0% 的大豆品种有 8 个，蛋脂总量在 63.0% 以上的品种有 23 个。作为一名长年躬耕于陇亩的大豆育种人，实为我国近年来在大豆新品种培育方面所取得的骄人成绩而欣慰。

同时，也应该看到随着转基因技术发展的日渐成熟，特别是以孟山都公司为代表的转基因大豆的普及，使得世界大豆的生产格局发生了巨大的变化，中国大豆生产由加入世界贸易组织(WTO)前的净出口国，一跃成为世界上最大的进口国。由于人们对于转基因大豆的安全尚存有诸多疑虑等原因，因此人们对大豆的进口忧心忡忡。大豆等豆科植物具有的生物固氮特性，使其成为大田轮作制度的核心作物；大豆的种植具有良好的生态效应，加之大豆中富含有多种有益人体健康的次生代谢产物，使得我国人民对大豆有一种特殊的情缘。

在国外，跨国公司已纷纷将大豆的品质性状的改良，列入了本国大豆育种的战略目标。目前，美国、日本等发达国家的大豆品质改良育种，如脂氧酶完全缺失的无豆腥味大豆、高油酸大豆、低过敏源大豆育种，都已经进入了商业化种植阶段。而我国，尽管“七五”计划、“八五”计划和“九五”计划期间，国家委托南京农业大学大豆研究所主持“大豆新品种选育技术”攻关项目，开展优质和抗病虫大豆新品种选育，取得很大进展，改善了此方面的薄弱环节；但有关大豆品质改良育种实用化方面，多偏重于高蛋白质及高脂肪含量的品种改良，在蛋白质组分及脂肪酸组成等方面，研究进展迟缓，特别是高附加值的加工专用品种的培育较为欠缺。在有关大豆品质改良的基础理论研究方面，我国科学家虽然对大豆的诸多品质性状进行过较为详尽的研究，并发表了很多有价值的论文。但是，整体而言，我国的大豆品质改良育种研究，与美国、日本等发达国家相比，尚存在一定的差距。

基于此，经编写组成员反复酝酿，在中国工程院盖钧镒院士的亲自指导下，《大豆品质生物学与遗传改良》一书的编写工作随之启动。该书从大豆品质性状构成要素、种子微观组织构造、品质性状关联的诸成分的分类组成及其营养功能特性、环境因素对大豆品质性状组成及含量等的影响，到诸成分含量的分析检测方法都进行了系统介绍；从品

质性状生理学、遗传学及 QTL 定位、基因克隆等分子生物学角度，对关联品质性状的基础研究进行了详尽的阐述；以品质改良常用方法之一——回交转育技术为重点，着重介绍了大豆品质改良育种适宜的途径与方法，最后指出了大豆品质改良与分子设计育种今后的发展方向。

该书的两位主编王绍东和夏正俊博士均留学日本多年，他们分别师从日本著名品质改良育种学家、前植物育种学会会长喜多村啓介教授和日本著名大豆分子生物学家原田久也教授，对国际大豆品质改良与大豆分子生物技术都有较为深入的研究和建树。因为大豆高产稳产始终是育种者目标，所以要在提高大豆产量基础上进行品质遗传改良，将高产和优质这两个复杂相互矛盾的生态性状聚合到一个品种上是很困难的课题。该书用充分的论据，从大豆品质生物学角度对大豆品质遗传改良进行了深刻的解析。相信该书的出版，定会为今后的我国大豆品质改良育种理论研究与实践应用，提供可借鉴的宝贵的经验和进一步研究的铺垫，对缩短我国与发达国家在该领域的距离，起到积极的推动作用。尤其对从事大豆或其他作物遗传育种研究的科研人员，农学和生物科学工作者，广大的教师、学生等，不失为一本很好的参考书。因此，这是一本很值得一读的书。

最后，借此《大豆品质生物学与遗传改良》一书即将出版面世之际，衷心期待我国在大豆品质改良育种研究领域，能够更进一步地开展全面深入的研究，培育出产量与品质均为世界一流的大豆新品种，以繁荣和振兴我国的大豆产业。

黑龙江省农业科学院大豆育种研究所 杜维广

2014年3月21日

前 言

大豆是世界上植物性蛋白和油脂含量最丰富、最廉价的供给源。它原产于中国，有近 5000 年的耕种历史。《诗经》中曾有：“中原有菽，庶民采之”的记载；“大豆”的称谓始于西晋时期的杜预对菽字注释：“菽，大豆也”。在第二次世界大战之前，我国一直是世界第一大豆生产大国；至 20 世纪 80 年代末，大豆还一直是中国最重要的出口创汇物资之一。然而，自 1996 年我国加入世界贸易组织以来，我国已由大豆净出口国急转为净进口国。预计 2014 年，我国大豆进口量将达到 7200 万 t。短短几十年时间，中国大豆经历了从辉煌至极到走向衰败边缘的梦魇般的巨变！作为中国新生代的“大豆人”，面对曾经令世界仰慕的中国大豆，发自肺腑地想问一声：“中国大豆还能否走出低谷？如何走出低谷？”作者认为前者的回答是肯定的，后者的回答应该是见仁见智。

本书作者多年来一直从事大豆科研、教学工作，深刻了解生产一线农技推广人员、广大豆农及大豆深加工企业的诉求，从大豆改良育种的角度提出了“品质致胜”的观点。即通过遗传育种手段并结合现代分子生物学技术，在高产、高蛋白质或高油基础上，提高我国国产大豆的整体品质，赋予国产大豆更多的适于加工企业加工需求的加工性状。例如，在功能性营养成分增强型改良方面，可以在高 11S 含硫氨基酸、高油酸、高维生素 E、高异黄酮、高皂苷含量等方面加以改良；在抗功能性营养成分低减或去除型改良方面，可以在脂氧酶完全缺失、过敏源蛋白缺失、胰蛋白酶抑制剂缺失，以及低植酸含量等方面加以改良，从而赋予国产大豆高加工适性、高附加值特性，尽最大限度使大豆产业链下游的加工企业实现利益最大化。产业链下游的出口畅通了，位于产业链上中游的大豆育种科研成果的转化及大豆种植业的发展，也就水到渠成了。这也正是本书写作的初衷，即通过本书的出版，唤起大豆育种科研同仁对大豆品质改良育种的重视，培育出更多的适用于大豆深加工企业加工需求的高附加值大豆新品种。

本书通过对世界大豆的生产发展利用现状分析，对近期世界大豆的生产需求及产量做出了预测。在明确品质性状构成要素的基础上，介绍了种子微观组织构造，品质性状关联的诸成分性状的分类组成及其营养功能特性，环境因素对大豆品质性状组成及含量等的影响，以及诸成分含量的分析检测方法，并从品质性状遗传学、QTL 定位及基因克隆等分子生物学角度，对关联品质性状的基础研究进行了阐述。本书以回交育种技术为重点，着重介绍了大豆品质改良育种的途径与方法。最后，对大豆品质改良与分子设计育种的现状及应用前景进行了展望，指出了大豆品质改良育种今后的发展趋势。

本书由东北农业大学国家大豆工程技术研究中心王绍东牵头，由其与中国科学院东北地理与农业生态研究所大豆分子设计育种重点实验室夏正俊共同负责组稿、统稿等工作，由国家大豆工程技术研究中心、东北农业大学大豆生物学教育部重点实验室及黑龙江省农垦科研育种中心等单位从事大豆科研教学研究工作的学者共同编写，最后由中国科学院大豆分子育种重点实验室主任刘宝辉教授审定完成。具体分工如下：前言由王绍

东编写；第一章由王绍东、王浩编写；第二章由王绍东、姜妍编写；第三章由王浩、王绍东编写；第四章由辛大伟编写；第五章由姜妍、王浩编写；第六章由姜振峰编写；第七章由蒋洪蔚编写；第八章由王绍东、姜妍编写；第九章由夏正俊编写。

本书从组织编写到最后定稿，历经了3年半的时间。在此过程中，从编写提纲到最后的定稿，自始至终都得到了中国工程院院士、南京农业大学教授、国家大豆改良中心主任盖钧镒先生的精心指导，他亲自为本书作序，并提出了许多宝贵的意见。此书还承蒙黑龙江省农业科学院大豆育种研究所原所长杜维广先生的审阅，他还为本书作序，并提出了许多宝贵的意见。本书在编写过程中得到了以下项目的支持：国家高技术研究发展计划(863计划)(2012AA101106, 2013AA102602-3)、“十二五”农村领域国家科技支撑计划(2011BAD35B06)、国家自然科学基金(31271742)、中国科学院“百人计划”、中国科学院战略性先导科技专项(XDA0801010503)、黑龙江省科技厅省院科技合作项目(HZ201210)、黑龙江省自然科学基金重点项目(ZD201120)、中国博士后科学基金(一等)(2012M520030)、教育部博士点基金联合资助课题(20122325120015)，以及东北农业大学留学回国博士启动基金等。

在此书的编写过程中，东北农业大学国家大豆工程技术研究中心、农学院，中国科学院东北地理与农业生态研究所，黑龙江省农垦科研育种中心等单位领导都给予了莫大的关怀和支持；科学出版社的罗静编辑为此书的顺利出版付出了大量的心血；国家大豆工程技术研究中心的沙汉景、杨冬、于佳、王晓云等参与了本书文字、图表等的编辑整理工作，在此一并表示最诚挚的谢意！

此外，在此书的编写过程中，作者参阅并引用了大量的国内外有关大豆的著作、论文及相关网络文献，在此对文献作者也一并深表谢意！

由于作者水平有限，书中肯定会存在诸多缺点及不足之处，在此恳请广大读者批评指正。

编者

2014年3月10日

目 录

序一
序二
前言

第一章 世界大豆生产利用及动向	1
第一节 传统大豆产业在东亚的发展	1
一、大豆的起源	1
二、中国传统大豆产业的发展	2
三、日本及朝鲜半岛传统大豆产业的发展	3
第二节 大豆生产在美洲的发展与崛起	5
一、大豆生产在北美洲的发展与崛起	5
二、大豆生产在南美洲的发展与崛起	6
第三节 世界大豆生产及利用	7
一、中国大豆生产及利用	8
二、日本及朝鲜半岛大豆生产及利用	9
三、欧洲及美洲大豆生产及利用	10
四、世界其他地区大豆生产及利用	12
第四节 世界大豆需求与生产动向	12
一、世界大豆需求动向	13
二、世界大豆生产动向	14
三、世界大豆生产发展趋势	16
参考文献	16
第二章 大豆种子构造及品质性状	18
第一节 大豆种子构造	18
一、大豆种子的组织构造	18
二、细胞内器官	24
第二节 大豆品质性状分类	25
一、外观品质	26
二、内在品质	26
第三节 大豆种子成分	28
一、蛋白质	28
二、脂质	36
三、碳水化合物	38
四、维生素	39
五、配糖体成分	42
六、灰分及矿物质元素	44
参考文献	45

第三章 大豆品质性状及其营养功能	49
第一节 蛋白质营养功能	49
一、分离蛋白	49
二、极性脂质结合蛋白	50
三、胰蛋白酶抑制剂	51
四、大豆凝集素	52
五、露那辛	53
六、小分子肽	54
第二节 脂质营养功能	55
一、脂肪酸	55
二、磷脂质	56
第三节 碳水化合物营养功能	58
一、寡聚糖	58
二、膳食纤维	59
三、可溶性多糖	60
第四节 配糖体成分营养功能	61
一、异黄酮	61
二、皂苷	67
第五节 维生素、灰分及矿物质元素营养功能	69
一、维生素 E	69
二、灰分及矿物质元素	71
参考文献	71
第四章 大豆品质性状生理学与分子生物学基础	76
第一节 蛋白质性状生理学与分子生物学基础	76
一、种子贮藏蛋白	76
二、酶及生理活性蛋白	81
三、氨基酸	82
第二节 脂质性状生理学与分子生物学基础	84
一、脂肪酸种类构成与合成代谢	85
二、饱和脂肪酸	91
三、单不饱和脂肪酸	92
四、多不饱和脂肪酸	92
第三节 碳水化合物性状生理学与分子生物学基础	93
一、低聚糖	94
二、膳食纤维	95
三、水溶性多糖	96
第四节 配糖体性状生理学与分子生物学基础	96
一、异黄酮	97
二、皂苷	100
参考文献	101
第五章 生态环境对大豆品质性状的影响	106
第一节 大豆品质性状与主要农艺性状关系	106

一、大豆品质与生育期性状的关系	106
二、大豆品质与产量及其构成因子的关系	107
三、大豆品质性状之间的关系	108
第二节 栽培条件对大豆品质的影响	111
一、水分对大豆品质的影响	111
二、光照对大豆品质的影响	112
三、温度对大豆品质的影响	112
第三节 土壤理化性质对大豆生理品质的影响	113
一、土壤酸碱性对大豆生理品质的影响	113
二、土壤氮、磷、钾元素对大豆生理品质的影响	114
三、土壤中硫元素及微量元素对大豆品质的影响	118
四、土壤中重金属元素对大豆品质的影响	121
第四节 土壤微生态环境对大豆品质的影响	124
一、根瘤共生固氮作用对大豆品质的影响	124
二、微生物制剂对大豆品质的影响	127
三、病虫害对大豆生长及品质的影响	128
第五节 贮藏条件对大豆品质的影响	130
一、贮藏外部环境条件对大豆品质的影响	130
二、贮藏内部因素对大豆品质的影响	132
三、大豆贮藏新方法	132
参考文献	133
第六章 大豆种子成分含量检测分析	138
第一节 蛋白质含量检测分析	138
一、粗蛋白质	138
二、氨基酸	147
第二节 脂质及其组分含量检测分析	150
一、粗脂质	150
二、脂肪酸	153
第三节 碳水化合物含量检测分析	154
一、单糖	154
二、多糖	155
三、游离多糖	156
第四节 配糖体含量检测分析	156
一、异黄酮	156
二、皂苷	160
第五节 维生素及其他成分含量检测分析	161
一、维生素 E	161
二、矿物质元素	165
三、其他成分	167
参考文献	169
第七章 大豆品质性状的遗传、QTL 定位与基因克隆	172
第一节 DNA 分子标记技术概述	172

一、基于 RFLP 的分子标记技术	172
二、基于 STS 的分子标记技术	175
三、基于 AFLP 的分子标记技术	177
四、基于 SNP 的分子标记技术	178
第二节 蛋白质性状的遗传、QTL 定位及基因克隆	179
一、蛋白质	179
二、7S 球蛋白和 11S 球蛋白	190
三、酶及生理活性蛋白	195
第三节 脂质性状遗传、QTL 定位与基因克隆	199
一、脂质	199
二、脂肪酸	206
第四节 配糖体性状遗传、QTL 定位与基因克隆	216
一、异黄酮	216
二、皂苷	219
参考文献	219
第八章 大豆品质改良育种途径与方法	227
第一节 大豆品质改良育种目标	227
一、功能性营养成分增强型	227
二、抗功能性营养成分低减或去除型	228
三、专用大豆品种	229
第二节 大豆种质资源收集、保存与评价	230
一、大豆种质资源的收集与保存	230
二、大豆种质资源的鉴定与评价	234
三、大豆种质资源的创新与利用	242
第三节 大豆品质改良育种技术	247
一、回交育种技术	248
二、诱变育种技术	249
三、分子标记辅助选择育种技术	251
四、转基因技术	256
五、大豆品质改良育种程序	257
第四节 国内外大豆品质育种现状与展望	259
一、功能性营养成分增强型	260
二、抗功能性营养成分的低减型	264
三、值得期待的功能性及抗功能性营养成分	265
参考文献	267
第九章 大豆品质改良与分子设计育种	273
第一节 现代分子生物学发展对大豆品质改良的影响	273
一、传统的 QTL 定位与图位克隆技术	273
二、大豆基因组序列公开对品质改良的影响	275
三、现代高通量测序技术对品质改良的影响	276
四、现代各种组学新技术对品质改良的影响	278
第二节 分子设计育种原理及应用	282

一、分子设计育种与常规育种	282
二、分子设计育种元件的创制	284
三、分子育种元件间的互作	288
四、分子设计育种技术的步骤与要求	289
第三节 大豆品质分子育种展望	292
一、国外大豆分子育种现状与展望	292
二、中国大豆分子育种现状与展望	295
三、未来大豆分子育种发展趋势	296
参考文献	298

第一章 世界大豆生产利用及动向

第一节 传统大豆产业在东亚的发展

东亚地区位于亚洲东部，太平洋西岸，大部分地区气候温暖湿润，适宜玉米、大豆、水稻等农作物生产。东亚作为大豆的原产区域，该区的大豆产量约占全球总产量的 20%。由于饮食习惯和人口数量优势，长期以来，东亚地区一直是世界传统大豆食品的主要消费区，其大豆消费量为西方人的 20~50 倍。

一、大豆的起源

大豆在中国古代称“菽”。关于大豆的起源，虽然不同的学者存在不同的看法，但是，总体上大豆的起源地可能在中国、日本和印度等地区，其中多数学者支持大豆起源于中国。据史料记载，早在 3000 多年前的周朝和秦汉时期，大豆就已经是我国黄河流域最主要的农作物品种之一。在我国出土的商代甲骨文中，也发现有“菽”的记载。在春秋战国时期的黄河流域，大豆就已成为重要的食物，并位居五谷之首。公元前 5 世纪~公元前 3 世纪，已有大豆形状、种类、分布等较为详细的记载。秦汉以后，“菽”被“大豆”一词替代，并最早在《神农书》的《八谷生长篇》中出现。至明清时期，大豆种植就已经遍及东北、华北及西北等地区(郭文韬，1993)。

在国外的相关著作中，也有过关于大豆起源于中国的记载。《美国大百科全书》曾这样记载：大豆是中国文明基础的五大谷物之一(水稻、大豆、粟、小麦、大麦)。《苏联大百科全书》也有“栽培大豆起源于中国，中国在 5000 年以前就有栽培这个作物”的记载。

大豆中国起源说虽已被大多数学者所认可，但是对于大豆在我国具体的起源地，还存在一定的争议。目前主要观点有：东北起源说(李福山，1994；陈文华，1990；张德慈和王庆一，1987；星川清亲，1981；Fukuda，1933)，南方起源说(盖钧镒等，2000；刘德金和徐树传，1995；庄炳昌等，1994；王金陵，1947)，黄河流域说(徐豹，1993；李莹和罗建军，1991；常汝镇，1989；王书恩，1986；王连铮，1985；Hymowitz and Newell，1981)，多中心起源说(吕世霖，1978)，云南、贵州起源说等(李璠，1985)。以上各种关于大豆中国起源地的理论是从不同角度来阐述的，目前还不能形成最终统一的结论，但是随着历史学及古生物学研究的深入，野生大豆地理分布及栽培大豆遗传多样性的逐渐明晰，以及生态学、生物化学、分子生物学等新技术的综合应用，具体的中国大豆起源地将会逐步得到证实(田清震和盖钧镒，2001)。

二、中国传统大豆产业的发展

中国人最早栽培了大豆，并且发明了一系列与大豆相关的食品，不但丰富了中国的饮食文化，还强健了中国人的体魄，曾一度创造了辉煌的“大豆文明”（江玉祥，2003）。由此衍生出了一系列与大豆相关的产业，包括种植业，油脂加工业，食品、餐饮业及饲料加工业，等等。这里主要介绍几种传统大豆食品及其相关产业的发展情况。

传统大豆食品是指直接由大豆加工而成的豆制品。按照生产工艺的不同，大致划分为非发酵豆制品和发酵豆制品两大类。其中，非发酵豆制品包括：水豆腐类、卤制品（如五香豆腐干、豆腐丝等）、半脱水制品（即将豆腐压去一部分水，成为豆腐干、豆腐干丝、干豆腐、百叶、千张等）、冷冻豆制品（冻豆腐等）、油炸制品（炸豆皮、炸豆腐泡等）、烘干制品（腐竹、豆腐皮、豆根、片竹）、熏制品（如熏素肚、鸡丝卷）、豆浆、豆粉等。发酵豆制品包括：腐乳、臭豆腐、豆豉、豆酱、酱油等 100 多个品种。下面介绍几种主要传统豆制品。

（一）豆腐

豆腐，以豆浸水，磨成浆，滤去滓，煎成，点以盐卤汁或石膏末等，凝固而成。关于中国豆腐的起源，最早可以追溯到南宋，具有悠久的历史。我国豆腐按照地理位置分为南豆腐和北豆腐，它们的加工工艺都为大豆清选，浸泡，再清洗，磨浆，然后浆渣分离，形成生豆浆，再煮浆与冷却，接着点脑，浇制，再压制，然后出包，最后切块，形成成品（张红梅等，2010）。除豆腐加工工艺外，豆腐的质量与大豆品种有着密切关系，与大豆种植的环境因素也存在一定的相关性（张红梅等，2008；刘顺湖等，2007；王春娥等，2007）。传统豆腐生产和加工，过去在我国一直处于作坊式加工模式，并没有统一的配套设备和标准，诸多工序还靠手工操作，使用的凝固剂和消泡剂还是传统的盐卤或石膏。由于没有包装或包装过于简单，不便储运，卫生也难以得到保证，产品销售受到很大制约，使不同风味的豆腐制品难以形成有规模的市场。近年来，随着消费者对豆制品保健功能认识的加深，以豆腐为代表的传统豆制品的消费量呈现出逐年上升的趋势，引进豆腐生产线，采用全套进口生产设备，包括无布豆腐生产 NC 型箱，无消泡剂连续煮浆机，不锈钢磨浆机，全自动无人生产线，CIP 自动清洗设备等，实现了高品质豆腐，豆乳的规模化、机械化、包装化、冷链化的生产。

（二）腐乳

腐乳，又称豆腐乳、酱腐乳和霉豆腐，是我国传统的发酵豆制品之一，已经有 1500 多年的历史。它是用豆浆的凝乳状物，经过微生物发酵而制成的一种奶酪型食品，腐乳可以有效地提高大豆的消化率和生物价，也被西方人称为“东方奶酪”（张雪梅和蒲彪，2005）。腐乳滋味鲜美，风味独特；营养丰富，富含优质蛋白质、亚油酸、油酸等不饱和脂肪酸，且不含胆固醇，含钙量高；腐乳还含有许多生理活性物质，如大豆多肽、大豆异黄酮和大豆皂苷，对改善人体生理机能具有重要作用；从营养角度来看，腐乳比其他