



中国野生大豆资源的研究与利用

主编 董英山 杨光宇



上海科技教育出版社



中国野生大豆资源的 研究与利用

主 编

董英山 杨光宇

上海科技教育出版社

中国野生大豆资源的研究与利用

主 编 董英山 杨光宇

责任编辑 殷晓岚

设 计 汤世梁



上海世纪出版股份有限公司

出版发行

上海科技教育出版社

(上海市冠生园路393号 邮政编码200235)

网址: www.ewen.co www.sste.com

各地新华书店经销 上海中华印刷有限公司印刷

开本 889×1194 1/16 印张 13.5 字数 295 000

2015年8月第1版 2015年8月第1次印刷

审图号: GS(2015)1654号

ISBN 978-7-5428-6230-3/N·947

定价: 100.00元

内容简介

我国是大豆的起源地,野生大豆资源极其丰富,深入开展野生大豆资源的研究与利用工作,造福于人类,是我国科技工作者义不容辞的责任。自1978年吉林省农业科学院率先在全国开展野生大豆种质搜集考察以来,我国在野生大豆研究与利用方面的工作已经取得了可喜的进展。《中国野生大豆资源的研究与利用》一书以专家写专题的形式,较为全面、系统地总结了我国几十年来在野生大豆研究与利用方面的主要成果和进展,从中国野生大豆的搜集与保存、遗传多样性、起源与进化、种群生态学研究、遗传与发育生物学研究、基因组研究、形态与结构研究、对生物及非生物胁迫的耐性研究、生理生化研究、品质化学研究、保护及利用研究等方面,全面展示了我国在野生大豆研究与利用方面的科研水平,代表了当今国内外在此研究领域的领先水平,具有重要的学术价值。本书不但反映了我国在野生大豆研究方面的最新研究进展,而且专列一章探讨了我国野生大豆资源的保护情况,因此,本书不仅是一本重要的科学专著,也是一部不可多得的、具有广泛科普意义的读物,可供有关管理和科技部门的领导、科技工作者以及农业大中专院校师生阅读参考。

《中国野生大豆资源的研究与利用》

编委会

主 编

董英山 杨光宇

副主编

赵洪锬 王玉民

编委会成员（以承担编写章为序）

杨光宇		第一章 中国野生大豆资源的搜集与保存
董英山	孙 蕾	第二章 野生大豆的遗传多样性
董英山	燕雪飞	第三章 野生大豆的起源与进化
王玉民	燕雪飞	第四章 野生大豆种群生态学研究
赵丽梅	张春宝	第五章 野生大豆遗传与发育生物学研究
刘晓冬	仲晓芳	第六章 野生大豆基因组研究
赵洪锬	齐广勋	第七章 野生大豆的形态与结构研究
袁翠平		第八章 野生大豆对生物及非生物胁迫的耐性
苏 颖		第九章 野生大豆生理生化研究
王 洋		第十章 野生大豆品质化学研究
杨光宇		第十一章 野生大豆资源保护研究
杨光宇		第十二章 野生大豆资源的利用

主编简介



董英山 1963年生,博士,二级研究员。农业部东北作物基因资源与种质创制重点实验室主任,国家作物种质资源委员会委员,全国植物新品种测试标准化技术委员会委员,全国农业转基因生物安全管理标准化技术委员会委员,中国农业生物技术学会常务理事,吉林省遗传学会理事长,吉林大学、东北师范大学、东北农业大学兼职教授。长期从事野生大豆资源的研究工作,2012年入选农业部“野生大豆种质资源研究与利用”创新团队“农业科研杰出人才”。曾获全国“五一”劳动奖章、“新世纪百千万人才工程”国家级人选、享受国务院政府特殊津贴、吉林省高级专家、吉林省第九批有突出贡献中青年专业技术人员、吉林省“五一”劳动奖章、吉林省第三批“拔尖创新人才第一层次人选”等荣誉称号。

由他带领的研究团队是一支长期从事野生大豆资源的考察、搜集、保存、鉴定评价与利用等方面研究的科研团队。先后承担“863”计划、“973”计划前期课题和子课题、自然科学基金、公益性行业(农业)科技专项、农业部野生植物保护与利用项目和GEF项目等30余项;构建了包括652份材料的中国野生大豆核心资源,为野生大豆资源高效利用及深入系统研究奠定了基础;通过对我国6172份野生大豆和22 000余份栽培大豆的系统研究,提出了中国野生大豆的遗传多样性中心及其可能进化路线,以及野生大豆向栽培大豆进化的模式;建立起野生大豆重要性状鉴定评价技术体系,筛选出抗病虫、耐逆优异野生大豆种93份;鉴定出的优异野生大豆资源被大豆育种家广泛应用;创制含野生大豆血缘新品种4个。9项科研成果获得国家或省部级奖励。公开发表学术论文130余篇。“野生大豆资源研究与应用”2006年获吉林省科技进步一等奖,“野生大豆种质资源研究及优异种质挖掘与利用”2011年获中华农业科技奖一等奖。



杨光宇 1949年生,吉林省敦化市人。1975年毕业于吉林农业大学农学专业,1980年调入吉林省农业科学院大豆研究所工作。二级研究员,吉林省高级专家,吉林省第四批、第八批有突出贡献中青年专业技术人才,全国优秀农业科技工作者,享受国务院政府特殊津贴。

主要从事野生大豆资源的评价与利用研究,筛选出一批多荚、多粒、高蛋白、高含硫氨基酸、抗逆性强的珍贵野生大豆种质;研究出一套野生大豆利用技术,利用这套技术创造出一批产量性状突出、品质优异、适应性广的育种中间材料,被国内多家科研单位引进,应用于大豆育种和基础研究中;利用野生大豆选育出20个特用大豆新品种通过吉林省品种审定,在生产上大面积推广应用,其中“吉林小粒7号”异黄酮含量 5856.94 mg/kg 、“吉育66”蔗糖含量 8.04% 、“吉育101”蛋白质含量 47.94% 、“吉育89”脂肪含量 24.61% ,3个品种获得国家植物新品种保护权,2个品种被吉林省政府授予“吉林名牌农产品”荣誉称号;主持制定了国家农业行业标准《小粒大豆生产技术规程》,2007年由农业部颁布实施。有12项科研成果获得省部级以上奖励,其中国家发明四等奖1项、吉林省科技进步一等奖5项、中华农业科技一等奖1项;发表学术论文80余篇;主编或参加编写专著6部。



前 言

一年生野生大豆(*Glycine soja*)是栽培大豆(*Glycine max*)的近缘野生种,其地理分布仅限于东亚北部地区,包括中国、朝鲜半岛、日本和俄罗斯的远东地区。1978年吉林省农业科学院率先开展了野生大豆资源考察与搜集工作;1979—1981年全国有组织、有计划地开展了野生大豆资源考察与搜集工作;1982—1985年对西藏地区及横断山脉地区的野生大豆进行了考察;2002—2004年对东北三省及山西、湖北、重庆、广东等10省(市)进行了野生大豆资源补救性的考察搜集工作。我国除新疆、青海、海南三省(自治区)尚未发现一年生野生大豆外,其余省(市、自治区)均有分布。现已搜集入国家种子库(长期库和临时库)的野生大豆种累计8518份,这些野生大豆资源中蕴藏着品质优、抗性强、丰产性好等一大批优异资源,为世界大豆界所瞩目。在此基础上,我国科技工作者在植物学、生态学、生理生化、品质化学、遗传学、基因组学、起源与进化、评价与利用以及野生大豆资源搜集保存技术、原生境保护等方面开展了全面的研究,多项成果处于国际领先地位,获得了国家科技进步奖、国家发明奖、省部级科技进步一等奖等奖励多项。对我国入库保存的一年生野生大豆资源通过分组、分类、聚类分析、多样比较,构建了世界上第一个包括652份材料的中国野生大豆核心种质库。SSR分析表明,该核心种质库对基因的覆盖率为100%。从中国野生大豆中评价鉴定出一大批高蛋白、多荚、抗病虫等优异基因型,为大豆品质育种、抗性育种和高产育种提供了优异基因源,并将野生大豆成功应用于大豆育种程序中。现已利用野生大豆或用野生大豆创造的中间材料选育出一批适合做纳豆和芽豆原料的小粒大豆新品种,并在国内外纳豆、芽豆加工企业中广泛应用,获得显著的经济效益;利用野生大豆或含有野生大豆血缘的育种中间材料选育出一批大粒(百粒重20 g左右)的在生产中推广应用的大豆新品种。其中,“吉育101”品种的蛋白质含量47.94%、“吉林小粒7号”的异黄酮含量5856.94 mg/kg、“吉育66”的蔗糖含量8.04%、“吉育89”的脂肪含量24.61%。这些品种不但产量高,而且品质优异,蛋白质等含量在我国大豆品种中均名列前茅。通过野生大豆与栽培大豆杂交,在世界上首次获得质-核互作不育系,选育出世界上第一个杂交大豆品种“杂交豆1号”,此后又相继选育出7个杂交大豆品种。野生大豆在大豆育种实践中的成功利用,以事实改变了前人“野生大豆难以应用于育种”的传统观点,拓宽了大豆育种的遗传基础,为大豆育种工作带来了活力和突破,使我国独有的野生大豆资源优势尽快转化为育种优势和经济优势。我国科技工作者还从植物学、生态学、品质化学、生理生化等方面探讨了大豆的起源与进化,提出了大豆

起源进化的新观点。

虽然 1999 年庄炳昌等出版过野生大豆方面的书籍,但由于当时编写时间较紧,有些研究成果没有搜集进来;另外现在距该书出版已有 15 年了,这期间我国在野生大豆研究方面又有许多新的进展,获得了新的成果。本书编写的目的是全面系统地反映我国野生大豆研究与利用方面的成果和进展(尤其是近 15 年的),展示我国在野生大豆研究与利用方面的科研水平。鉴于这个目的,我们组织了从事野生大豆研究方面的科技人员,采用专家写专题的形式编写了这部专著,对从事相关研究的人员具有重要的参考价值。

本书得到国家出版基金和上海科技专著出版基金的资助。在此向在稿件的编排方面给予了大力支持的李万良研究员及《玉米科学》编辑部的同志们致以诚挚的谢意。

董英山 杨光宇

2015 年 5 月

图书在版编目(CIP)数据

中国野生大豆资源的研究与利用/董英山,杨光宇主编.
—上海:上海科技教育出版社,2015.8

ISBN 978-7-5428-6230-3

I. ①中… II. ①董… ②杨… III. ①野生大豆—资源—研究 ②野大豆—资源利用 IV. ①S545

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第133425号

本书地图由中华地图学社提供,地图著作权归中华地图学社所有

目 录

前言	1
第一章 中国野生大豆资源的搜集与保存	1
第一节 野生大豆资源考察与搜集	1
第二节 中国野生大豆的地理分布及特点	4
第三节 野生大豆的生存环境	5
第四节 野生大豆考察搜集方法与技术	7
第五节 中国野生大豆搜集策略	10
第六节 中国野生大豆资源的保存	11
第二章 野生大豆的遗传多样性	13
第一节 野生大豆农艺性状的遗传多样性	14
第二节 野生大豆分子水平上的遗传多样性	19
第三节 野生大豆基因水平上的遗传多样性	21
第四节 野生大豆细胞质的遗传多样性	25
第五节 野生大豆表观遗传多样性	26
第三章 野生大豆的起源与进化	28
第一节 野生大豆与栽培大豆进化关系	28
第二节 野生大豆的起源	30
第三节 栽培大豆的起源	32
第四节 野生大豆和栽培大豆的进化	36
第四章 野生大豆种群生态学研究	42
第一节 野生大豆种子雨、种子库和拟种群动态	42
第二节 野生大豆种群与生境的关系	47
第三节 野生大豆种群遗传多样性	51
第四节 野生大豆居群取样策略	55
第五章 野生大豆遗传与发育生物学研究	58
第一节 野生大豆遗传学研究	58
第二节 野生大豆发育生物学研究	65
第六章 野生大豆基因组研究	71

第一节	野生大豆的全基因组测序研究	71
第二节	野生大豆基因表达研究	86
第七章	野生大豆的形态与结构研究	89
第一节	营养器官的形态与结构	89
第二节	生殖器官的形态与结构	94
第八章	野生大豆对生物及非生物胁迫的耐性	98
第一节	野生大豆对生物胁迫的耐性	98
第二节	野生大豆对非生物胁迫的耐性	106
第九章	野生大豆生理生化研究	116
第一节	野生大豆生理学研究	116
第二节	野生大豆生物化学研究	123
第十章	野生大豆品质化学研究	129
第一节	野生大豆的蛋白质含量及其氨基酸组成	129
第二节	野生大豆的脂肪含量及其脂肪酸组成	134
第三节	野生大豆的异黄酮含量及其组成	138
第四节	野生大豆品质不同组分的相关性	139
第十一章	野生大豆资源保护研究	140
第一节	野生大豆资源原生境现状及保护的重要意义	140
第二节	野生大豆资源的保存方法	142
第三节	野生大豆原生境保护点建设	143
第四节	野生大豆原生境的保护方式	144
第五节	作物野生近缘植物保护与可持续利用项目(GEF项目)中 3个野生大豆原生境保护点	145
第六节	野生大豆资源保护需要解决的问题	147
第十二章	野生大豆资源的利用	149
第一节	野生大豆优异种质资源的筛选鉴定	150
第二节	中国野生大豆核心资源构建	151
第三节	野生大豆主要性状的遗传变异及杂种优势	152
第四节	野生大豆在大豆育种中的应用	158
参考文献		177

第一章 中国野生大豆资源的搜集与保存

中国是大豆(*Glycine max*)的原产地,它的近缘野生种一年生野生大豆(*Glycine soja*)资源十分丰富。早在20世纪40年代,我国学者丁振麟(1945)、王金陵(1945)等人就开始观察和研究野生大豆。孙醒东(1952)曾在南京、重庆和保定种植观察野生大豆。王金陵等(1973)对我国南北各地的部分野生大豆进行了光照生态类型研究。但是,在此之前,国内对于野生大豆只进行了零星搜集,我国丰富的野生大豆资源一直没有进行系统的、大规模的考察与搜集,从而制约了野生大豆资源的深入研究。

第一节 野生大豆资源考察与搜集

1978年,吉林省农业科学院和吉林省农业厅在全省范围内组织有关单位进行了遍及吉林省所有县(市)的大规模野生大豆考察和搜集。共搜集到野生大豆种质1066份,发现了白花、线形叶、长花序(图1-1)等前人未曾报道的新类型;明确了吉林省野生大豆的生态类型及分布规律;评价出一批极早熟、长花序、双花序、多荚、高蛋白、抗病虫等性状优异的珍贵种质(郑惠玉等,1980)。这次考察引起国内外大豆界的关注,并为在全国开展大规模的野生大豆考察提供了经验。

1979—1981年,在中国农业科学院品种资源研究所、中国农业科学院油料作物研究所和吉林省农业科学院的共同主持下,各省、市、自治区农业科学院参加,在全国范围内开展了大规模的野生大豆资源考察与搜集。考察范围北起黑龙江省漠河镇(53°28'N),南到海南岛南端崖城(18°N),东到黑龙江省抚远县(135°E)及东南沿海岛屿,西北到河西走廊西端的敦煌(95°N),西南到西藏的昌都地区(97°E),共计考察了1019个县,其中821个县有野生大豆分布。采集野生大豆标本4000余份,搜集种质5000余份(全国野生大豆



考察组,1983)。

1982—1984年,中国农业科学院品种资源研究所对西藏自治区的大豆资源进行了广泛的考察。考察范围为从 $98^{\circ}10'E$ 到 $84^{\circ}E$ 、 $27^{\circ}44'N$ 到 $31^{\circ}11'N$ 的昌都、日喀则、山南和拉萨4个地市,18个县,237个生产队。在察隅县上察隅区、下察隅区和竹瓦根区发现了野生大豆,呈群落分布(李福山,1985),搜集到野生大豆11份。

2002—2004年,中国农业科学院品种资源研究所开展了野生大豆资源补救性的考察搜集工作。考察地区有黑龙江、吉林、辽宁、山西、安徽、湖北、北京、重庆、江西和广东等10个省(市)的221个县(市),通过对野生大豆种质资源先前存在的分布点和以前未考察但有可能分布野生大豆的地区进行广泛的考察与搜集,搜集到不同生态类型的野生大

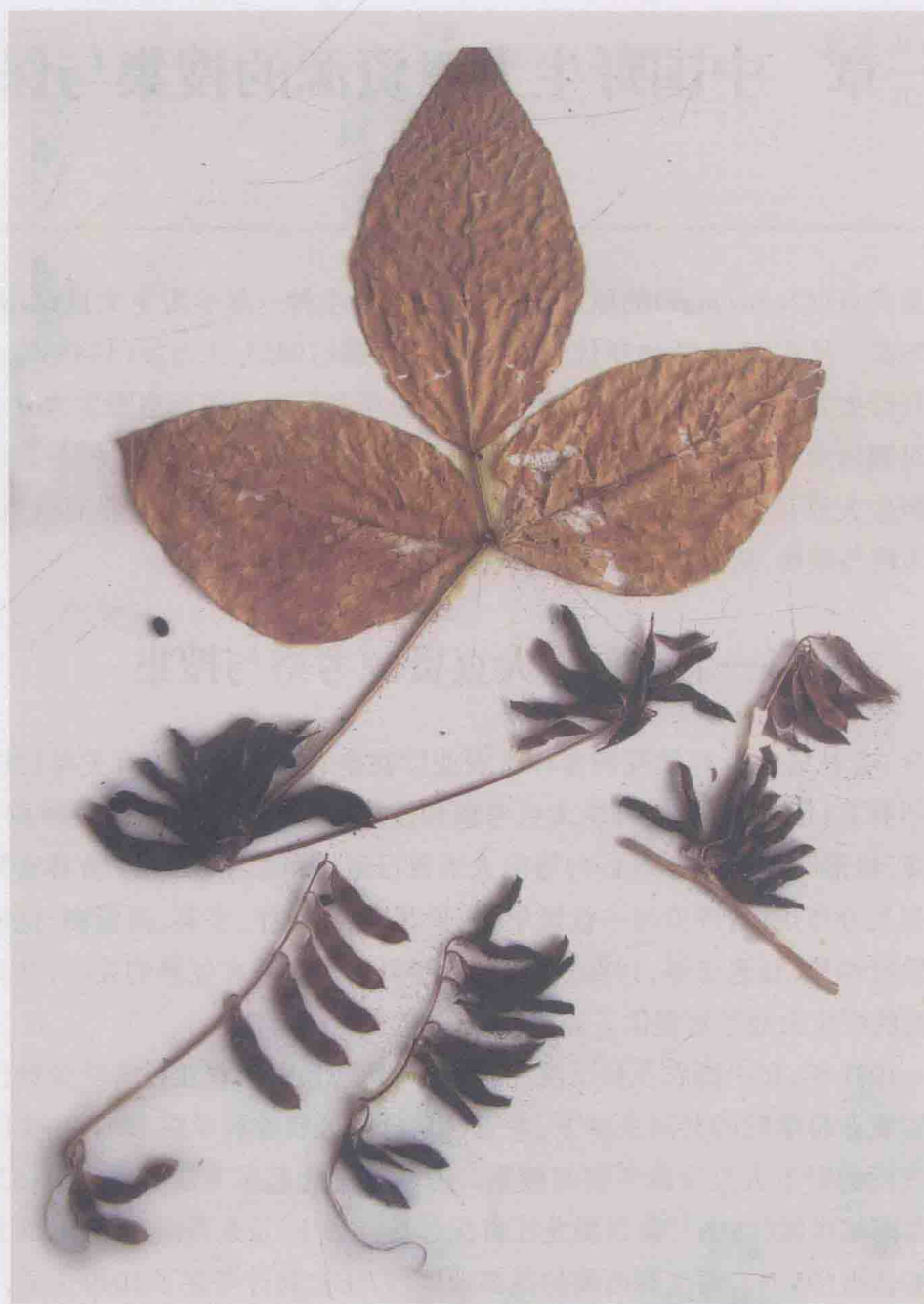


图1-1 长花序野生大豆标本

表 1-1 各省(市)考察搜集情况

(李向华等,2005)

省(市)	考察县(市)数	搜集份数
黑龙江	27	112
吉林	32	150
辽宁	26	112
山西	43	92
安徽	11	59
北京	2	13
湖北	3	52
重庆	3	6
广东	11	16
江西	63	202
总数	221	814

豆 814 份(表 1-1)。1980 年在漠河县考察时没有发现野生大豆,2005 年黑龙江省农业科学院经过重点走访和多点调查,在漠河县北极村首次发现了零星分布的野生大豆,使我国野生大豆北部的分布界限又向北推进了半个纬度;在黑龙江与乌苏里江汇合处的抚远县通江乡东辉村发现了野生大豆,改写了我国野生大豆东部分布的记录。这次考察新发现了一些野生大豆特殊类型,在辽宁省东港市椅圈镇宛家村我国首次发现了 40 m² 的大荚、大粒型野生大豆群体,百粒重超过 3 g。此外还搜集到一些半野生类型的单株:在黑龙江省黑河马场乡、哈尔滨市太平区的野生大豆群体中均发现百粒重 3 g、种皮为褐色的较进化的单株;在山西省定襄县发现 3 个大荚、大粒、黄种皮的半野生类型材料;在北京市门头沟区新发现 3 个黄种皮的大荚、大粒类型材料;在湖北省十堰市武当山发现花序长达 15 cm 的野生大豆材料。

2008—2009 年,吉林省农业科学院和云南省环保站对云南省滇西北地区进行了野生大豆资源考察,杨光宇等在云南省宁蒗县海拔 2738 m 处发现了野生大豆群落,使我国野生大豆垂直分布的海拔高度提高了 88 m。

2008—2014 年,吉林省农业科学院对农业部投资建设的 29 个野生大豆原生境保护点进行了考察。原则上,每个保护点严格按照 5 m×5 m 的方格进行单株种子取样,每个保护点搜集 100 个左右的单株;方格面积的大小实际根据保护点的面积大小进行调整。7 年来,共搜集 3000 余个野生大豆单株。经初步分析,原生境保护点的野生大豆遗传变异比较丰富,现已获得蛋白质高达 56.53% 的材料,刷新了我国野生大豆蛋白质含量的纪录,比原纪录 55.70% 高出 0.83 个百分点。同时还获得一批抗病以及异黄酮、氨基酸、低聚糖含量较高的材料。



第二节 中国野生大豆的地理分布及特点

中国野生大豆分布范围是北起黑龙江省漠河县北极村(53°29′58″N),南到广西的象州县(24°N)和广东的英德市(24°10′N);东起黑龙江省的抚远县通江乡东辉村(134°32′54″E),东南到舟山群岛,并延至台湾岛,西北到甘肃的景泰县(约104°E),西南到西藏察隅县的上察隅区(97°E)。垂直分布:东北地区上限在海拔1300 m左右;黄河及长江流域上限在海拔1500—1700 m;西藏为2250 m;全国野生大豆资源分布的最高点在云南省的宁蒗县海拔2738 m处(图1-2)。

在我国除了青海、新疆及海南省(自治区)没有发现野生大豆以外,其余省区均有分布。在世界范围内野生大豆主要分布在中国、朝鲜半岛、日本及俄罗斯与我国东北相连的部分地区,表明野生大豆属东亚植物区系的一个温带物种。野生大豆在中国分布极广,并有从两端纬度区向中间逐渐增多的趋势,特别是30°N—45°N地区,不但分布的种群多、密度大,而且类型也很丰富。野生大豆经度间分布情况受地形、地貌影响很大。从大兴安岭、内蒙古高原、青藏高原到云贵高原东缘一线开始,向东分布逐渐增多,特别是松辽平原、黄河中下游平原地区和江淮之间最为普遍。凡是没有垦殖和人畜危害的地方,往往都形成较大的种群。在该线以西的地区,由于海拔增高、温度降低或降雨量减少等原因,除个别温、湿度条件较好的局部地区外,基本没有野生大豆生长。考察结果表明,在最暖月平均气温不足20℃的地区或月平均气温≥20℃的时间在6个月以上的地区没有野生大豆,热带地区也没有野生大豆。

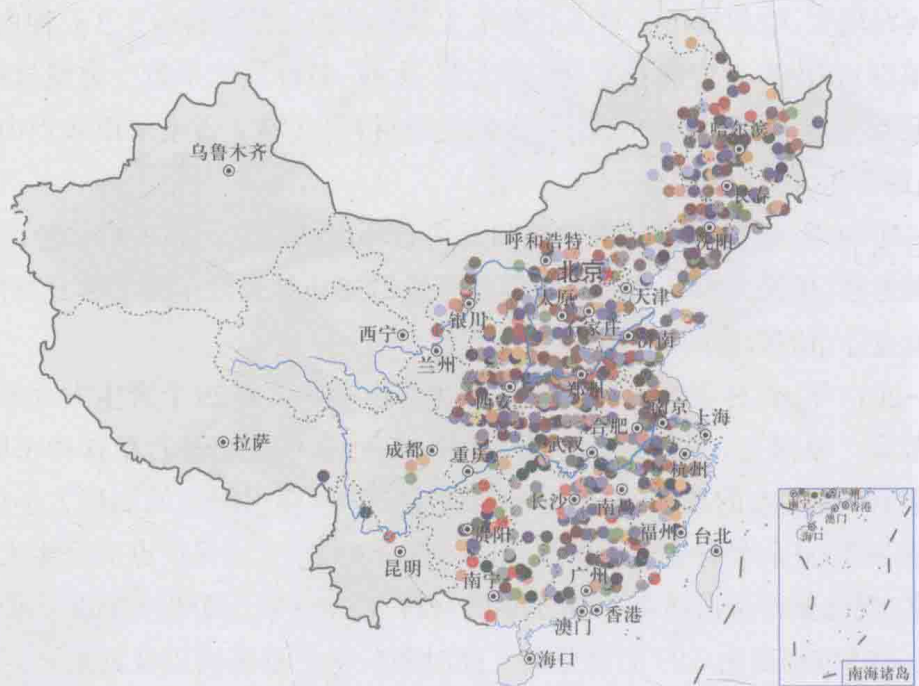


图1-2 中国野生大豆资源分布图