

重庆地区野生大豆资源考察与研究

张继君¹, 张志良¹, 陈红¹, 王克晶², 李泽碧¹, 曾宪琪¹, 贾兰¹

(1. 重庆市农业科学院 特色作物研究所, 重庆 402160; 2. 中国农业科学院 作物科学研究所, 北京 100081)

摘要:于2006~2007年对重庆市19个区(县)的野生大豆资源进行了考察,其中8个区(县)观察到野生大豆分布。共搜集野生大豆混合样本43份、单株197份(半野生大豆25份),其中高海拔的东部山区野生大豆居群分布密度略高,类型较为丰富。考察发现野生大豆在重庆地区分布面积锐减,濒危状况日益严重。通过考察搜集到了有利用价值的资源,丰富了国家种质资源库重庆地区野生大豆的数量和半野生大豆的类型。

关键词:野生大豆;考察;搜集;分析

中图分类号:S565.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-9841(2010)01-0131-05

Survey and Study on the Wild Soybean Germplasm Resources in Chongqing

ZHANG Ji-jun¹, ZHANG Zhi-liang¹, CHEN Hong¹, WANG Ke-jing², LI Ze-bi¹, ZENG Xian-qi¹, JIA Lan¹

(1. Institute of Characteristic Crops Research, Chongqing Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 402160; 2. Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Field survey on annual wild soybean (*Glycine soja*) was carried out in 19 districts (or counties) of Chongqing from 2006 to 2007 and eight districts or counties were observed to have wild soybean. Total 43 populations (two mixed populations of wild and semiwild soybeans) and 197 individual plants (25 semi-wild soybean plants) were collected. Investigation indicated that the distribution area of wild soybean in Chongqing was sharply reduced. The collection of these accessions from Chongqing enriched semi-wild soybean types and the quantum of accessions for the national wild soybean germplasm genebank collection. Also we obtained some valuable accessions. The investigation showed that the northeastern part of Chongqing had higher distribution density of wild soybean populations and had more abundant character types. There were obvious photoperiod ecotypes and the northeastern wild soybean accessions flowered later than the western ones.

Key words: Wild soybean; Investigation; Study; Chongqing

大豆 (*Glycine max*) 起源于中国。一年生野生大豆 (*Glycine soja sieb. et Zucc.*) 属于豆科 (*Leguminosae*)、蝶形花亚科 (*Papilionoideae*)、大豆属 (*Glycine Wild*)、黄豆亚属 (*Soja*)，是栽培大豆的近缘野生种^[1]，它们具有相同的染色体 ($2n = 40$) 和基因组 (GG)，种间无遗传隔离，杂交可产生可育的杂交种子。野生大豆具有高蛋白、抗逆性强、繁殖系数大等优良特性，是改良栽培大豆品种的重要基因来源，是研究大豆起源、进化、分类的宝贵资源^[2]。因此，野生大豆的研究对于大豆的遗传改良具有重要的意义。野生大豆在世界上分布非常狭窄，仅限于东亚非干旱的温带地区，包括中国、朝鲜半岛、日本、俄罗斯的远东地区。1978~1983年的全国野生大豆考察初步查清了我国野生大豆的地理分布和生境，在

我国除新疆、青海、海南3省(区)没有野生大豆外，其余各省均有分布。截止2008年年底，国家基因库收集野生大豆资源总数8550份，编目入国家长期库永久保存的野生大豆资源有6430份。其中重庆地区野生大豆仅33份^[4]。第一次全国野生大豆考察以来距今已过去30a，伴随着国家现代工业和城镇建设的高速发展，由于人口激增、人类活动和生态环境变化等多种因素，导致野生大豆资源日趋渐少，特别是开垦荒地、兴修水利、建筑公路、过度放牧、以及部分地区对资源的掠夺性开发导致生态环境的恶化加速了野生资源的灭绝^[5]。近年来，许多省相继进行了野生大豆补充考察^[6-9]。Vavilov^[10]认为栽培大豆起源于中国中部和西部山区及邻近的低地，这个区域相当于湖北和湖南西部、陕西、重庆、四川。

收稿日期:2009-07-01

基金项目:重庆市自然科学基金重点资助项目(CSTC,2009BA1033);重庆市科技攻关资助项目(CSTC,2009CB1007;CSTC,2008AB1076)。

第一作者简介:张继君(1968-),女,副研究员,研究方向为大豆遗传育种及杂粮作物遗传育种。E-mail:zhangjijun98765@126.com;张志良为共同第一作者。

重庆是一个新兴的直辖市,具有典型的都市型现代农业的特点,尤其三峡工程的实施,使原本稀少的野生植物资源急剧减少。为了实现农业的可持续发展,保护和合理利用重庆地区的野生植物资源成了十分紧迫的任务。有鉴于此,在重庆市科委院地合作项目支持下,2006~2007年重庆市农业科学院特色作物研究所联合中国农业科学院作物科学研究所对重庆地区的野生大豆资源进行了考察和收集。

1 考察地点选择与取样方法

考察遍及渝西、渝中、渝东南和渝东北4个生态区的19个区(县)(表1)。通过查询以前的考察记录以及咨询曾经参加过野生大豆考察的专家,同时结合网络上报道的野生大豆原生境地点制定野生大豆考察路线。考察地点多选择在高山峡谷、田边地头、水库坝下、河流池塘边沿和林场边等阳光充足的温暖潮湿之地。

2006年10月底开始为期半个月考察了渝西地区的潼南、铜梁、大足、永川和江津,渝中地区的垫江,渝东北地区的万州、开县、云阳共9个区(县);2007年10月底为期半个月考察了渝中地区的长寿、南川、武隆,渝东南地区的秀山、酉阳、黔江和彭

水,渝东北地区的万州、云阳、奉节、巫溪和巫山共10个区(县)。

考察搜集的取样方法以天然居群和单株搜集相结合。收集的每份材料记录采集地点、地形、生物学特性、土壤类型、小环境特点、伴生植物、分布面积、危害因素、危害程度等。同时对于每份搜集的野生大豆材料用数码相机拍摄采集点的生境和样品的特写,并用GPS仪定位采样点的地理位置、测定海拔高度。

2 考察结果

2.1 分布概况

共考察了潼南、铜梁、大足、永川、江津、长寿、垫江、南川、武隆、彭水、黔江、酉阳、秀山、开县、万州、云阳、奉节、巫山和巫溪19个区(县),从北纬 $29^{\circ}38'$ ~ $31^{\circ}17'$,东经 $105^{\circ}32'$ ~ $109^{\circ}28'$;海拔从160~983 m。发现有野生大豆分布的区(县)8个,占考察地点的42.11%。搜集到不同生态条件下的野生大豆居群43个,包括2个野生和半野生大豆混合居群,单株197份(其中半野生大豆25份)(表1)。

表1 重庆地区野生大豆搜集样品的分布

Table 1 Distribution of wild soybean samples collected in Chongqing area

生态区 Ecotope	区/县 District/County	经度 Longitude	纬度 Latitude	海拔 Altitude /m	单株数 No. of individuals	居群数 No. of pop.
西部 West	江津区 Jiangjin				0	0
	永川区 Yongchuan				0	0
	大足县 Dachu	$105^{\circ}32' \sim 105^{\circ}35'$	$29^{\circ}38' \sim 29^{\circ}43'$	323 ~ 386	5	3
	铜梁县 Tongliang				0	0
	潼南县 Tongnan				0	0
中部 Centre	长寿区 Changshou				0	0
	垫江县 Dianjiang	$107^{\circ}18' \sim 107^{\circ}25'$	$30^{\circ}19' \sim 30^{\circ}29'$	385 ~ 597	42	11
	南川区 Nanchuan				0	0
	武隆县 Wulong				0	0
东南部 Southeast	秀山县 Xiushan				0	0
	酉阳县 Youyang				0	0
	黔江区 Qianjiang				0	0
	彭水县 Pengshui				0	0
东北部 Northeast	开县 Kaixian	$108^{\circ}01' \sim 108^{\circ}16'$	$30^{\circ}58' \sim 31^{\circ}03'$	269 ~ 983	33	7
	万州区 Wanzhou	$108^{\circ}25' \sim 108^{\circ}39'$	$30^{\circ}33' \sim 30^{\circ}54'$	280 ~ 547	3	4
	云阳县 Yunyang	$108^{\circ}44' \sim 108^{\circ}59'$	$31^{\circ}02' \sim 30^{\circ}09'$	230 ~ 856	70	11
	奉节县 Fengjie	$109^{\circ}22'$	$31^{\circ}08'$	160	1	1
	巫山县 Wushan	$109^{\circ}51'$	$31^{\circ}07'$	727 ~ 768	3	3
	巫溪县 Wuxi	$109^{\circ}27' \sim 109^{\circ}28'$	$31^{\circ}13' \sim 31^{\circ}17'$	757 ~ 839	40	3
总计 Total			197	43		

除了 2 个野生大豆原生境保护点(云阳和开县)的分布面积较大以外,其余搜集点的面积都很小,野生大豆群体多呈零星分布,尤其在人口多、耕地面积少、城市化进程比较快的地区,已经很难找到大的群体,而在渝东南地区未找到野生大豆。在渝中地区的垫江县,野生大豆居群密度相对较大,面积大多是几平方米到十几平方米的斑块状分布。从调查的结果看,重庆东北部野生大豆分布较多,野生大豆资源类型也相对丰富。总体来说,重庆野生大豆正在急剧减少,有些地区有灭绝的危险,区域性分布特征明显。

2.2 类型分布及与生态环境关系

2.2.1 进化类型

重庆地区存在典型野生大豆(百粒重 3 g 以下,含 3 g)和半野生大豆(百粒重 3 g 以上)2 种进化水平类型。半野生型在云阳县和巫溪县发现。

2.2.2 形态类型

野生大豆:花色紫,叶形有椭圆、长椭圆和披针 3 种,种皮色为黑色(包括双色种皮),各类型所占比例见表 2。重庆地区野生大豆主要百粒重是以 1~1.5 g 为主(约占 70% 左右),2.51~3.0 g 的类型极少;叶以长椭圆为主(约占 55% 左右),其次为披针叶(约 30% 左右)。所有典型野生大豆都是紫花、黑色种皮,没有发现白花野生大豆。

半野生型:花色紫花和白花 2 种,叶形有长椭圆和披针 2 种,种皮色为黑、黄、绿 3 种。共搜集到 9 种形态类型半野生大豆(表 3),没有发现紫花、绿种皮半野生大豆。半野生大豆搜集于云阳县石门乡清溪村和巫溪县上磺镇红岩村 2 个地点,百粒重分别为 3.08~9.14 g 和 4.79~10.46 g。搜集的半野生类型主茎粗壮分枝繁多,生育习性有缠绕、半缠绕、蔓生、半蔓生、半直立和接近于栽培种的直立类型。

表 2 搜集的野生大豆材料 3 种主要形态性状类型在种子大小类型上的分布

Table 2 Morphological forms and their percentage among different seed-sized types in wild soybean of Chongqing area

类型 Type	百粒重 100-seed weight/g					合计 Total
	<1 g	1.01~1.50 g	1.51~2.0 g	2.01~2.50 g	2.51~3.0 g	
紫花、黑种皮、椭圆叶 PBE	1	23	1			25(15/06)
紫花、黑种皮、长椭圆叶 PBLE	2	73	10	5	2	92(55.42)
紫花、黑种皮、披针叶 PBL	14	25	1	7	2	49(29.52)
合计 Total	17(10.24)	121(72.89)	12(7.23)	12(7.23)	4(2.41)	166

数字为单株数目。括号是百分数。

Numbers denote sample sizes of individuals collected. Parentheses are percentage.

PBE:Purple flower,black seed coat and elliptic leaf;PBLE:Purple flower,black seed coat and long elliptic leaf;PBL:Purple flower,black seed coat and lanceolate leafL.

表 3 搜集的半野生大豆形态类型

Table 3 Types of semi-wild soybean collected in Chongqing area

花色 Flower	绿种皮 Green seed coat		黄种皮 Yellow seed coat		黑种皮 Back seed coat	
	长椭圆叶 Longelliptic	披针叶 Lanceolate	长椭圆叶 Longelliptic	披针叶 Lanceolate	长椭圆叶 Longelliptic	披针叶 Lanceolate
	白花 White	+	+	+	+	+
紫花 Purple				+	+	+

2.2.3 生态环境与性状表现的关系

从开县和云阳县海拔明显不同的材料中发现(表 4),低海拔材料从播种到开花所需要平均天数比高海拔材料所需要的天数多;分析相对小范围内纬度与开花早晚的关系发现(表 4),在东北部区域纬度较高的地带开花明显较早;但是在中部地区垫江附近低纬度范围内花期稍晚。

重庆地区典型野生大豆除了百粒重以外,开花早晚、株高、地上干物质重、单株产量与海拔和纬度

表现出显著负相关,很好地吻合野生大豆对生态条件的反应。但是百粒重与海拔呈显著正相关、与纬度没有相关性。这表明在重庆地区相对小范围内,野生大豆百粒重受海拔和纬度因素的制约性相对较小。可能是重庆地区生态条件非常适合野生大豆生长,海拔和纬度没有影响到百粒重的分布,也表明百粒重这个性状相对其它性状来说对生态条件表现的不敏感。刘德权等^[11]在研究福建省野生大豆时发现百粒重和海拔无显著相关性。结果的差异可能与

样本的数量及野生大豆的定居群特性有关。

表4 垫江、开县、云阳地区海拔高度与纬度差异开花早晚比较

Table 4 Comparison of the flowering time(days) from sowing to flowering between samples from different latitudes in Dianjiang, Kaixian and Yunyang Counties

地点 County	生态区 Ecotype	纬度 Latitude /m	海拔 Altitude /m	样本 Size	Min. /d	Max. /d	Mean /d
垫江 Dianjiang	中部 Centre	30°18.864 ~ 23.918		14	124	142	132.28
		30°26.901 ~ 28.869		27	136	142	139.14
开县 Kaixian	东北部 North-east	30°57.896 ~ 58.290		13	140	142	141.54
		31°02.810 ~ 03.023		20	124	126	124.80
云阳 Yunyang	东北部 North-east		269 ~ 342	13	140	142	141.54
			910 ~ 983	20	124	126	124.80
		31°01.925 ~ 02.494		17	113	142	131.29
		31°07.508 ~ 08.604		15	101	124	117.47
			230 ~ 357	5	103	142	134.20
			719 ~ 856	15	103	138	126.00

表5 重庆野生大豆5个数量性状与海拔和纬度的关系

Table 5 Correlation between altitudes and latitudes and five quantitative morphological traits in wild soybean of Chongqing area

海拔 Altitude	r	t	纬度 Latitude	r	t
开花时间 Flowering time	-0.594 ***	9.100	开花时间 Flowering time	-0.714 ***	10.790
株高 Plant height	-0.218 **	3.355	株高 Plant height	-0.491 ***	7.549
地上干重 Overground weight	-0.233 **	3.577	地上干重 Overground weight	-0.488 ***	7.512
单株产量 Yield per plant	-0.158 *	3.274	单株产量 Yield per plant	-0.353 ***	5.423
百粒重 100-seed weight	0.213 *	3.274	百粒重 100-seed weight	0.020	0.311

, **, *: t 测验显著性达到 0.001, 0.01 和 0.05 水准。, **, *: significance at levels of t = 0.001, 0.01 and 0.05.

2.2.4 野生和半野生大豆的若干性状的比较 在重庆搜集到2个混合居群,比较了群内典型野生和性状稳定的半野生大豆数量形态性状的差异(表6)。在形态上,典型野生和半野生大豆表现出明显差异,半野生大豆植株个体明显偏大。发现半野生型在光照生态反应上从播种到开花的天数比典型野

生大豆少,是明显的生态型差异,这种差异实质是遗传上的差异。在当地所种植的栽培大豆基本是夏大豆或秋大豆,通过与野生大豆天然杂交,早熟基因渗入到野生大豆,形成半野生型。在搜集到的半野生型中,田间种植观察到单株个体在花色、种皮色、百粒重、地上部干重和单株产量发生明显分离现象。

表6 混合居群内野生和半野生大豆主要形态表型差异比较

Table 6 Comparison of main morphological characters between the wild and semiwild in the mixed populations

种类型 Species	样本 Size	开花时间 Flowering time/d		株高 Plant height/cm		地上重 Overground weight/g		单株产量 Yield per plant/g		百粒重 100-seed weight/g	
		变幅 Range	平均 Mean	变幅 Range	平均 Mean	变幅 Range	平均 Mean	变幅 Range	平均 Mean	变幅 Range	平均 Mean
		<i>G. soja</i>	156	103 ~ 142	124.81	1.45 ~ 3.32	2.30	20 ~ 390	173.28	17.9 ~ 142.3	59.84
<i>G. gracilis</i>	11	99 ~ 121	106.06	1.03 ~ 3.12	2.43	115 ~ 400	268.30	72.5 ~ 325.0	163.38	3.28 ~ 10.46	5.98

3 重庆地区野生大豆的保护、研究与利用

3.1 考察收集野生大豆资源的意义

重庆是一个幅员面积辽阔、生态环境类型丰富

的直辖市,城市化进程速度突飞猛进,然而对于野生大豆来说,这种快速城市化进程导致重庆的生态环境急剧恶化,使原本就十分稀少的野生大豆资源濒临灭绝。然而野生大豆是改良栽培大豆品种的重要

基因来源,是研究大豆起源、进化、分类的宝贵资源,因此对重庆地区野生大豆资源的考察收集、保护、研究与利用对于重庆地区乃至全国的大豆育种工作具有重要战略意义。

根据《中国野生大豆资源目录》记载,以前曾在重庆地区的南川、万州、城口、梁平、武隆、酉阳、开县、云阳 8 个县(区)搜集过野生大豆,在梁平、南川县、万州、武隆曾经发现过褐色、黑种皮半野生大豆^[5],初步明确了重庆地区野生大豆的分布范围和生态条件。国家基因库里保存了 33 份野生大豆资源,但是这些资源是由不同单位、不同时期和不同规模所搜集,由于人力、物力等诸多因素,致使考察不尽全面,都没有形成有关重庆地区野生大豆的分布、类型、生态特点等论述。另外,李向华等^[12]研究显示,野生大豆资源搜集过的地区经过 20 a 后再次搜集,搜集到新的 SSR 变异。表明天然居群遗传变异随着时间和生境变化而变化会出现很多新的类型。此次考察增加了新考察点和资源数量,结果在大足、垫江、奉节、巫山、巫溪 5 个县新发现和搜集到了未记载的野生大豆,同时发现新的类型,搜集到半野生型大豆,百粒重 3.28~10.46 g、种皮色有黑色、绿色和黄色,丰富了重庆地区大豆资源及类型。

3.2 重视保护野生大豆种群安全性

考察搜集到半野生大豆,其中 14 份大粒型在紫花、百粒重、种皮色、地上部干重、单株产量出现了分离现象。这些性状分离证明了半野生大豆是野生大豆和栽培大豆的天然杂交的产物。这证实了 Hymowitz^[14]的半野生大豆(*Glycine gracilis*)起源于野生大豆和栽培大豆天然杂交的推论。

世界范围内的转基因大豆种植面积逐年扩大。目前我国正在进行大规模转基因项目,我国转基因大豆品种释放只是时间问题。种植转基因大豆会破坏野生大豆物种的“纯洁”性,造成种群遗传单一甚至原种群灭绝,并会对生态系统带来不可预测的危害。因此,如何防止外源“目的基因”逃逸到野生种上是未来我国农业科研和生产的一项重要课题。重庆地区除了重视野生大豆资源保护外,还要对未来转基因大豆品种释放推广进行合理的种植区划。

3.3 未来重庆野生大豆资源保护和利用

重庆地区地处长江上游,植物生态环境复杂,该地区野生大豆在全国具有特殊的研究地位和利用价值。笔者认为野生大豆资源的保护主要从两个方面进行,一方面是通过保护野生大豆的原生境;另一方

面就是异位保存,考察收集野生大豆资源并入国家种质资源库长期保存,二者相辅相成,农业环境保护部门和科研单位注意监控野生大豆生态环境的变化情况。如重庆地区 2006 年遭受特大干旱灾害的侵袭,曾经发现过野生大豆的地方,这次考察未发现野生大豆的存在。渝西地区的大足县高升镇旭光村三组的山坡上曾经有大片的野生大豆,由于遇到特大旱灾,当年该野生大豆居群踪迹荡然无存。野生大豆在重庆的有些地区遭到了毁灭性的破坏,重庆一些地方的野生大豆种群需要依赖土壤种子库,而这将是一个带有不确定性的漫长过程^[13]。这次考察发现野生大豆资源丰富的区域在重庆东北部,这个区域应是现阶段研究、保护和开发的重点。

保护野生大豆的最终目的是给栽培大豆提供丰富的基因源。通过对不同时期考察搜集的资源进行遗传多样性分析和筛选特殊的目标性状,可以获得在学术研究和大豆育种上有价值的材料。在考察中搜集到了植株体高大繁茂、地上部单株干重达 1 140 g、单株产量 295 g 珍贵的半野生大豆资源,该材料可利用于改良土壤的绿肥品种。

参考文献

- [1] 王金陵. 大豆的分类问题[J]. 植物分类学报, 1976, 14: 22-29. (Wang J L. Review on the classification of soybeans[J]. Acta Phytotaxonom Sinica, 1976, 14: 22-29.)
- [2] 庄炳昌. 中国野生大豆研究二十年[J]. 吉林农业科学, 1999, 24(5): 3-10. (Zhuang B C. Research on wild soybean (*Glycine soja*) in China for twenty years[J]. Jilin Agricultural Sciences, 1999, 24(5): 3-10.)
- [3] 李福山. 中国野生大豆资源的地理分布及生态分化研究[J]. 中国农业科学, 1993, 26(2): 47-55. (Li F S. Studies on the ecological and geographical distribution of the Chinese resources of wild soybean (*G. soja*) [J]. Science Agricultural Sinica, 1993, 26(5): 47-55.)
- [4] 李福山. 中国野生大豆资源目录. 北京: 农业出版社, 1990. (Li F S. Chinese wild soybean resource catalogue [M]. Beijing: Agriculture Press, 1990)
- [5] 李向华, 王克晶, 李福山. 中国部分地区一年生野生大豆资源考察、收集及分布现状分析[J]. 植物遗传资源学报, 2005, 6(3): 319-322. (Li X H, Wang K J, Li F S. Analysis on the current status of annual wild soybean distributed in part of China [J]. Journal Plant Genetic Resour, 2005, 6(3): 319-233.)
- [6] 刘宏英, 张红, 周贤, 等. 湖南野生大豆分布现状及性状鉴定初报[J]. 湖南农业科学, 2008(5): 20-21. (Liu H Y, Zhang H, Zhou X. Preliminary report on distribution status and character identification of wild soybean in Hunan [J]. Hunan Agricultural Science, 2008(5): 20-21.)

- nine-rich delta-zein in transgenic soybean results in the formation of two types of novel protein bodies in transitional cells situated between the vascular tissue and storage parenchyma cells[J]. *Plant Biotechnology Journal*, 2004, 2(3):199-210.
- [62] Yu O, Shi J, Hession A O. Metabolic engineering to increase isoflavone biosynthesis in soybean[J]. *Phytochemistry*, 2003, 63(7):753-763.
- [63] Van Eenennaam A L, Lincoln K, Durrett T P, et al. Engineering vitamin E content; from arabidopsis mut[J]. *Plant Cell*, 2003, 15(12):3007-3019.
- [64] Chiera J M, Finer J J, Grabau E A. Ectopic expression of a soybean phytase in developing seedsof to *Glycine max* to improve phosphorus availability[J]. *Plant Molecular Biology*, 2004, 56(6):895-904.
- [65] 李明春, 卜云萍, 王广科, 等. 深黄被孢霉 Δ^6 -脂肪酸脱氢酶基因在大豆中的表达[J]. *遗传学报*, 2004, 31(8):858-863. (Li M C, Bu Y P, Wang G K, et al. Heterologous expression of *Mortierella isabellina* Δ^6 -fatty acid desaturase gene in soybean[J]. *Acta Genetica Sinica*, 2004, 31(8):858-863.)
- [66] 刘兰英. 大豆品质改良的基因工程[D]. 北京: 中国农业大学, 1996. (Liu L Y. Genetic engineering on improving soybean quality traits[D]. Beijing: China Agricultural University, 1996.)
-
- (上接第 135 页)
- [7] 陈辉, 张文明, 胡晨, 等. 安徽省野生大豆资源考察研究初报[J]. *安徽农业科学*, 2007, 35(36):11787-11788. (Chen H, Zhang W M, Hu C et al. Survey and study on the wild soybean resource in Anhui Province[J]. *Journal Anhui Agricultural Science*, 2007, 35(36):11787-11788.)
- [8] 林红, 齐宁, 李向华, 等. 黑龙江省野生大豆资源考察研究[J]. *中国油料作物学报*, 2006, 28(4):427-430. (Lin H, Qi N, Li X H et al. New progress on wild soybean survey in Heilongjiang province[J]. *Chinese Journal Oil Crop Science*, 2006, 28(4):427-430.)
- [9] 程春明, 王瑞珍, 叶厚专, 等. 江西野生大豆种质资源考察初报[J]. *江西农业学报*, 2005, 17(4):63-65. (Chong C M, Wang R Z, Ye H Z, et al. Investigation on wild soybean germplasm resources in Jiangxi province[J]. *Acta Agricultural Jiangxi*, 2005, 17(4):63-65.)
- [10] Vavilov N. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants[M]. //Trans. by Starr Chester K. *Chronica Botanica*, New York: The Ronald Press Company, 1951.
- [11] 刘德全, 徐树传. 福建野生大豆生态分布及其分类[M]//李福山. *中国野生大豆遗传资源研究进展*, 北京: 农业出版社, 1995:21-26. (Liu D Q, Xu S C. The ecological distribution and classification on the wild soybean in Fujian[M]//Li F S. Research progress in Chinese wild soybean resources, Beijing: Agriculture Press, 1995:21-26.)
- [12] 李向华, 田子罡, 李福山. 新收集野生大豆与已保存野生大豆遗传多样性比较[J]. *植物遗传资源学报*, 2003, 4(4):345-349. (Li X H, Tian Z G, Li F S. Genetic analysis of newly collected wild soybean materials and conserved germplasm collected from the same places[J]. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2003, 4(4):345-349.)
- [13] 孙备, 李建东, 王国骄, 等. 一年生野生大豆 (*Glycine soja*) 生理生态学 and 种群生态学研究进展[J]. *大豆科学*, 2008, 27(4):687-692. (Sun B, Li J D, Wang G J, et al. Research progress on physiological ecology and population ecology of annual wild soybean (*Glycine soja*) [J]. *Soybean Science*, 2008, 27(4):687-692.)
- [14] Hymowitz T. On the domestication of soybean[J]. *Economic Botany*, 1970, 24:408-421.
-
- (上接第 142 页)
- [35] Nasir S A M. Grafting experiments on the nature of the decline in N_2 fixation during fruit development in soybean[J]. *Physiologia Plantarum*, 1983, 57:561-564.
- [36] Abd-Alla M H, Vuong T D, Harper J E. Genotypic differences in dinitrogen fixation response to NaCl stress in intact and grafted soybean[J]. *Crop Science*, 1998, 38:72-77.
- [37] Hirata Y, Yagishita N. Graft-induced changes in soybean storage proteins I. Appearance of the changes[J]. *Euphytica*, 1986, 35(2):395-401.
- [38] Carver B F, Burton J W, Wilson R F. Graft-transmissible influence on fatty acid composition of soybean seed[J]. *Crop Science*, 1987, 27:53-56.
- [39] Stegemann S, Bock R. Exchange of genetic material between cells in plant tissue grafts[J]. *Science*, 2009, 324:649-651.
- [40] Mower J P, Stefanovic S, Young G J, et al. Plant genetics: gene transfer from parasitic to host plants[J]. *Nature*, 2004, 432(7014):165-166.
- [41] Newell C A, Hymowitz T. Flower induction in *Glycine tomentella* Hayata following grafting onto *G. Max* (L.) Merr[J]. *Crop Science*, 1979, 19:121-123.