

## 异质生境野生大豆构件特征及其变化规律

燕雪飞<sup>1</sup>, 刘晓冬<sup>2</sup>, 王英男<sup>2</sup>, 沈波<sup>2</sup>, 赵洪锟<sup>2</sup>, 董英山<sup>2</sup>, 李建东<sup>1</sup>, 王玉民<sup>2</sup>

(1. 沈阳农业大学 农学院, 辽宁 沈阳 110866; 2. 吉林省农业科学院 生物技术研究中心, 吉林 长春 130033)

**摘要:**对吉林省龙井野生大豆自然保护区围栏内的保护地和围栏外撂荒地的野生大豆进行分构件考察取样, 并对其形态特征及生物量进行统计分析, 结果表明: 保护地和撂荒地的野生大豆各构件形态指标及生物量均有极显著差异, 保护地野生大豆样本最多有一级分枝, 撂荒地最多有二级分枝; 撂荒地野生大豆的主茎长、一级分枝长、总茎长、一级分枝数、主茎叶数、一级分枝叶数和总叶数分别是保护地的1.4、4.6、2.6、2.8、1.4、4.0和2.5倍。保护地的野生大豆样本根生物量、总茎生物量、总叶生物量、总生物量分别是撂荒地的75%、25.7%、23.0%、25.9%。可见, 适度的干扰有利于野生大豆的生长分化及生物量的积累。经回归分析, 29个样本的总生物量随着株高、分枝数、总茎长度、总叶数的增加而增加, 其变化规律符合 $y = a + bx$ 直线回归关系, 且均达到显著水平; 29个样本的主茎、分枝茎、总茎、主茎叶、分枝叶和总叶生物量随植株总生物量的增加而增加, 其变化规律符合 $y = a + bx$ 直线回归关系, 且达到极显著水平。

**关键词:**野生大豆; 生境; 构件

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2011)06-0927-05

## Characteristics and Regulations on Modules of *Glycine soja* in Different Habitat

YAN Xue-fei<sup>1</sup>, LIU Xiao-dong<sup>2</sup>, WANG Ying-nan<sup>2</sup>, SHEN Bo<sup>2</sup>, ZHAO Hong-kun<sup>2</sup>, DONG Ying-shan<sup>2</sup>, LI Jian-dong<sup>1</sup>, WANG Yu-min<sup>2</sup>

(1. College of Agronomy, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, Liaoning; 2. Center of Agri-Biotechnology, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, Jilin, China)

**Abstract:** By sampling in the protected area within the enclosure and abandoned land outside the enclosure in the Longjing Nature Reserve, the modules of wild soybean were studied and the morphological characteristics and biomass of modules were analyzed. Results showed that morphological indexes and biomass of the wild soybean modules in the abandoned land were significantly higher than those in the protected area. There were primary branches in the protected area whereas there were secondary branches in the abandoned land. In the abandoned land, the length of main stem, primary branches and total stems were 1.4, 4.6, 2.6 times; the number of primary branches, leaves on primary branches and total leaves were 2.8, 1.4, 4.0 and 2.5 times of those in the protected area, respectively. While, in the protected area, the modules biomass of root, total stems, total leaves and whole plant accounted for 75.0, 25.7, 23.0 and 25.9 percent of those in the abandoned land, respectively. Therefore, it was deduced that moderate interference was benefit for the growth of the wild soybean. The total biomass of 29 samples increased with the increases of the plant height, total length of stem and total number of leaves, which showed a linear regression function( $y = a + bx$ ) variation. The biomass of the main stem, branches, total stems, leaves on main stem, leaves on branches, total leaves all increased with the increases of the total biomass, which also showed a linear regression function( $y = a + bx$ ) variation.

**Key words:** Wild soybean; Habitat; Modules

绝大多数植物都属于构件生物, 自 Harper 等<sup>[1]</sup>于 20 世纪 70 年代初提出植物种群构件理论之后, 植物种群就划分为 2 个结构水平, 即由基株构成的个体种群和由植株上各构件单位形成的构件种群,

植物种群和个体构件特征是其生长发育状况的外部表现, 是外界环境作用的结果。因此, 植物构件特征能够反应植物对环境的适应能力以及环境对其影响程度, 表现出植物普遍的表型可塑性。

收稿日期: 2011-08-19

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(31000141); 沈阳农业大学青年教师科研基金资助项目(20091023); 公益性行业(农业)科研专项经费资助; 吉林省科技发展计划青年科研基金资助项目(20090170)。

第一作者简介: 燕雪飞(1979-), 女, 在读博士, 从事野生大豆资源研究。E-mail: yanxuefei\_0436@yahoo.com.cn。

通讯作者: 王玉民(1968-), 男, 博士, 研究员, 从事野生大豆资源及其利用研究。E-mail: wangym@cjaas.com。

野生大豆(*Glycine soja*)为栽培大豆的近缘野生植物,是一年生草本植物,茎细弱,蔓生,主茎和分枝分化多不明显,缠绕性强,通常有一、二级分枝,少有三、四级分枝<sup>[2]</sup>。我国野生大豆资源最为丰富,约占全世界总量的90%以上<sup>[3]</sup>,除海南、青海和新疆三省(自治区)外,其余各省区均有野生大豆分布,作为东亚温带物种,其形态受环境的影响变化较大。但由于人类的干扰和破坏,导致许多原来大面积分布的野生大豆群落缩减甚至消失。目前,野生大豆已被列为我国二级濒危保护植物<sup>[4]</sup>,对其研究也从多角度多层次广泛开展。已有的研究工作大多从多样性的角度探求野生大豆的遗传特征<sup>[5-7]</sup>、形态特征<sup>[8]</sup>、地理分布<sup>[9]</sup>和起源演化<sup>[10-11]</sup>,从生理角度研究野生大豆的品质性状<sup>[12-14]</sup>,或是从群落的角度探求野生大豆与环境的关系<sup>[4]</sup>。然而,从构件角度研究不同环境下野生大豆的特征却鲜有报道。该文根据异质环境下野生大豆构件特征的差异,定量分析了不同扰动生境下野生大豆构件的表型可塑性及其变化规律,为植物形态可塑性的深入研究和野生大豆资源保护提供新的理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

吉林省龙井野生大豆自然保护区面积60 hm<sup>2</sup>,属温带大陆性半湿润季风气候区,春季干燥多风,夏季湿热多雨。优势植物为芦苇和野艾蒿,伴生植物有狗尾草、野生大豆、香蒿、拂子茅等。保护区以围栏围住,无人干扰和牲畜的践踏采食,保护区外,即围栏外的撂荒地,受人为干扰和动物活动的影响较大。

### 1.2 测定项目与方法

2011年7月中下旬,于野生大豆营养生长期,对龙井野生大豆保护区分2个生境进行考察取样,生境Ⅰ为用围栏围住的保护区内的保护地,生境Ⅱ为围栏外的撂荒地。对2个生境下野生大豆作单株随机取样,取样时,将单株与缠绕物小心分离,挖根取出,分置,2个生境分别取16和13个单株。逐个测定单株主茎长(野生大豆主茎不明显,以最长茎为主茎)、不同级别分枝茎长,不同级别分枝数,主茎和不同级别分枝叶数,风干根生物量、主茎及

不同级别分枝茎生物量,主茎及不同级别分枝叶片生物量。各级分枝茎长为同级分枝茎长之和,各级分枝叶数为同级分枝叶数之和;总分枝数=一级分枝数+二级分枝数;总茎长=主茎长+一级分枝茎长+二级分枝茎长;总叶数=主茎叶数+一级分枝叶数+二级分枝叶数。

### 1.3 数据分析

采用SPSS 11.5分别统计2个生境下野生大豆构件的各形态指标和生物量指标,并进行方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 异质生境野生大豆各构件形态特征

两生境下野生大豆构件形态特征见表1,保护地和撂荒地的野生大豆各构件形态指标均有极显著差异( $P < 0.01$ ):保护地最多有一级分枝,撂荒地最多有二级分枝;撂荒地条件下的主茎长、一级分枝长、总茎长、一级分枝数、主茎叶数、一级分枝叶数、总叶数分别是保护地条件下的1.4、4.6、2.6、2.8、1.4、4.0和2.5倍。可见一定扰动有利于野生大豆的生长分化。

用形态指标的范围和变异系数作为衡量形态可塑性的数量指标,由表1可见,两生境下野生大豆各构件形态指标的变幅相当广泛:保护地和撂荒地的总茎长度变幅分别为65~181和180~543 cm,总分枝数变幅分别为0~4和1~10个,总叶数变幅分别为5~19和13~47个。

保护地野生大豆的茎长的变异系数为主茎长(0.18) < 总茎长(0.35) < 一级分枝茎长(0.88),叶数的变异系数为主茎叶数(0.21) < 一级分枝叶数(0.91) < 总叶数(0.91);撂荒地条件下,分枝数的变异系数为总分枝数(0.62) < 一级分枝(0.69) < 二级分枝(2.83),茎长的变异系数为主茎长(0.2) < 总茎长(0.39) < 一级分枝茎长(0.61) < 二级分枝茎长(2.07),叶数的变异系数为主茎叶数(0.24) < 总叶数(0.37) < 一级分枝叶数(0.52) < 二级分枝叶数(2.58)。由此可见两生境下植株主茎长、总茎长和总叶数均变异较小,但分枝茎长和分枝上叶数变异程度较大,且都在最后一级分枝变异最大。

表 1 异质生境下野生大豆构件形态特征

Table 1 Morphological characteristics of wild soybean modules in different habitat

形态指标 Morphological indexes		保护地 Protected area					撂荒地 Abandoned land				
		最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数
		Max	Min	Mean	SD	CV/%	Max	Min	Mean	SD	CV/%
茎长 Stem length/cm	主茎 Main stem	98	52	75.7	13.7	0.18	145	55	106.2	21.6	0.20
	一级分枝 Primary branch	98	0	38.1	33.7	0.88	398	65	176.6	108.2	0.61
	二级分枝 Secondary branch	0	0	0	0	0	72	0	11.4	23.6	2.07
	总茎 Total	181	65	113.8	39.7	0.35	543	180	294.2	114.3	0.39
分枝数 Branch number	一级分枝 Primary branch	4	0	1.6	1.2	0.75	10	1	4.5	3.1	0.69
	二级分枝 Secondary branch	0	0	0	0	0	6	0	0.6	1.7	2.83
	总分枝 Total	4	0	1.6	1.2	0.75	10	1	5.2	3.2	0.62
叶数 Leaf number	主茎 Main stem	10	4	7.3	1.5	0.21	16	7	10.2	2.4	0.24
	一级分枝 Primary branch	11	0	4.3	3.9	0.91	35	6	17.6	9.2	0.52
	二级分枝 Secondary branch	0	0	0	0	0	11	0	1.2	3.1	2.58
	总叶数 Total	19	5	11.6	10.6	0.91	47	13	29.0	10.6	0.37

2.2 异质生境下野生大豆构件生物量

两生境条件下野生大豆各构件生物量见表 2, 保护地和撂荒地的各构件生物量均有极显著差异 ( $P<0.01$ ), 保护地的根生物量、总茎生物量、总叶生物量和总生物量分别是撂荒地的 75.0%、25.7%、23.0% 和 25.9%。可见, 一定的干扰有助于野生大豆生物量的积累。

保护地和撂荒地的根生物量的变化幅度分别为 0.03~0.17 和 0.03~0.31 g, 总茎生物量的变化幅度分别为 0.12~0.54 和 0.57~1.80 g, 总叶生物

量的变化幅度分别为 0.18~0.74 和 0.74~2.97 g, 总生物量的变化幅度分别为 0.38~1.45 和 1.42~4.86 g。由此可见生物量的变化幅度在同一环境下仍较大, 体现了植物普遍的表型可塑性。

保护地的茎生物量变异系数为主茎<总茎<一级分枝茎, 叶生物量变异系数为主茎叶<一级分枝叶; 撂荒地的茎生物量变异系数为主茎<一级分枝茎<二级分枝茎, 叶的生物量变异系数为一级分枝<主茎<二级分枝。可见两生境下茎、叶生物量变异系数都是最后一级分枝最大。

表 2 异质生境下野生大豆构件生物量

Table 2 Biomass of wild soybean modules in different habitat

生物量 Biomass		保护地 Protected area					撂荒地 Abandoned land				
		最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数
		Max/g	Min/g	Mean/g	SD	CV/%	Max/g	Min /g	Mean/g	SD	CV/%
根 Root		0.17	0.03	0.09	0.04	0.44	0.31	0.03	0.16	0.08	0.50
茎 Stem	主茎 Main stem	0.12	0.36	0.20	0.07	0.35	0.86	0.15	0.50	0.21	0.42
	一级分枝 Primary branch	0.22	0	0.07	0.07	1.00	0.95	0.25	0.48	0.21	0.44
	二级分枝 Secondary branch	0	0	0	0	0.00	0.17	0.04	0.03	0.06	2.00
叶 Leaf	主茎 Primary branch	0.52	0.16	0.29	0.12	0.40	1.77	0.20	0.91	0.55	0.60
	一级分枝 Primary branch	0.39	0.00	0.08	0.11	1.38	1.20	0.43	0.68	0.26	0.38
	二级分枝 Secondary branch	0	0	0	0	0.00	0.13	0.01	0.02	0.04	2.00
总计 Total	1.45	0.38	0.72	0.30	0.42	4.86	1.42	2.78	1.13	0.41	

2.3 野生大豆构件形态特征与总生物量的关系

野生大豆营养生长期的主要构件形态特征包括株高、分枝数、总茎长度、总叶数。经统计分析, 29 个样本的总生物量随着株高、分枝数、总茎长度、总叶数的增加而增加, 其变化规律符合  $y = a + bx$  直线回归关系, 且均达到显著水平 ( $P<0.05$ )。从图 1 拟合方程的  $R^2$  值可以看出, 总茎长度与总生物量的协同变异占总变异的 91.71%, 而株高、分枝数、总叶数与总生物量的协同变异占总变异的 15.18%~84.41%, 由此表明, 在预测野生大豆生物量时, 采用植株总茎长估计较为精确。

2.4 野生大豆构件生物量与总生物量的关系

野生大豆营养生长期的主要构件生物量包括

主茎生物量、分枝茎生物量、总茎生物量、主茎叶生物量、分枝叶生物量、总叶生物量。经统计分析, 29 个样本的主茎生物量、分枝茎生物量、总茎生物量、主茎叶生物量、分枝叶生物量、总叶生物量随植株总生物量的增加而增加, 其变化规律符合  $y = a + bx$  直线回归关系, 且均达到极显著水平 ( $P<0.01$ )。从图 2 拟合方程的  $R^2$  值可以看出, 主茎、分枝茎、总茎生物量与总生物量的协同变异占总变异的 93.49%~98.26%, 主茎叶、分枝茎上叶、总叶生物量与总生物量的协同变异占总变异的 89.3%~98.93%。可见, 在预测野生大豆各级构件生物量时均可用总生物量来加以估计。

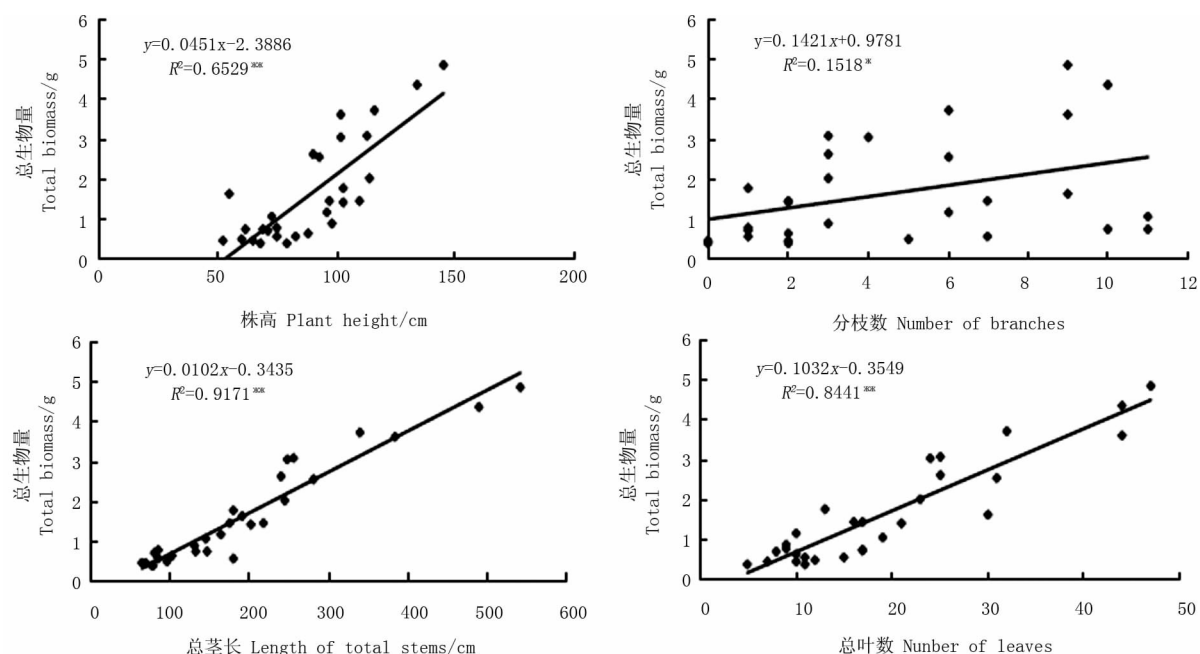


图1 野生大豆样本总生物量与其构件形态指标的观测值及其拟合直线

Fig.1 Observed data and simulated line between total biomass and morphological indexes of wild soybean modules (n = 29)

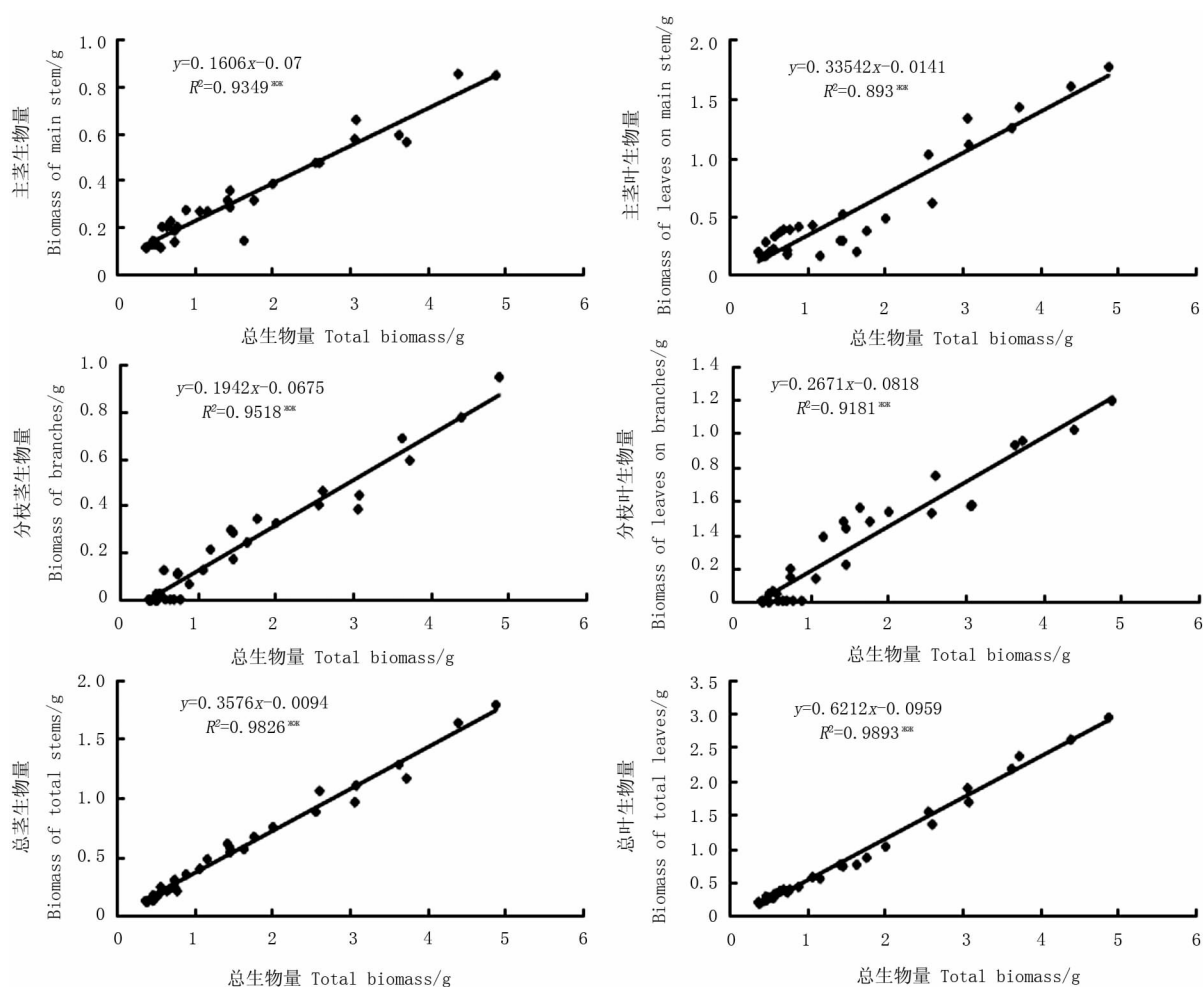


图2 野生大豆构件生物量与其总生物量的观测值及拟合直线

Fig.2 Observed data and simulated line between modules biomass and the total biomass of the wild soybean (n = 29)

### 3 结论与讨论

植物的表型是由基因型和环境共同决定的,而环境则可分为由地理区域决定的大环境和在大环境下由人为或地形等差异引起的微环境。该研究的2个生境在同一大环境下,由于人为原因产生了微环境的差异,研究结果表明,一定的人为干扰有助于野生大豆的生长,有助于茎的分化,可能是野生大豆作为群落中的伴生种,在无干扰生境中受到优势种的排挤,反之,一定的人为践踏或动物取食能在一定程度上抑制群落优势种的生长,从而为其它伴生种提供了更宽松的生存空间。因此,在野生大豆原位保护中可以给予一定干扰,有利于其生长分化及生物量的积累。

用各数量指标的变异系数和变化幅度衡量野生大豆的表型可塑性,结果2个生境下最大的变异系数均出现在最后一级分枝的数量特征中,代表着2种生境中不同个体可能处于不同的营养生长阶段,而保护地主茎相关性状的变异系数、撂荒地的主茎相关性状和一级分枝相关性状的变异系数则能很好的代表野生大豆的表型可塑性。

植株生物量的积累是其生长状况的衡量指标,对植株总生物量与株高、分枝数、总茎长、总叶数进行了回归分析,结果表明预测野生大豆总生物量采用植株总茎长估计较为精确。植株生物量的构成要素有主茎生物量、各级分枝茎生物量、主茎叶生物量、各级分枝叶生物量,经回归分析,在预测野生大豆各级构件生物量时均可用总生物量来加以估计。

### 参考文献

- [1] Haper J L, White J. The demography of plants[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1974, 5: 419-463.
- [2] 庄炳昌. 中国野生大豆生物学研究[M]. 北京: 科学出版社, 1999. (Zhuang B C. Biology study on wild soybean in China[M]. Beijing: Science Press, 1999.)
- [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]. Scientia Agricultura Sinica, 1993, 26(2): 47-55.)
- [4] 吴东丽, 张金屯, 王春乙, 等. 北京地区野生大豆种群及群落的分布格局[J]. 草业科学, 2009, 26(3): 16-21. (Wu D L, Zhang J T, Wang C Y, et al. Study on the distribution pattern of popula-

- tion and community of national protected *Glycine soja* in Beijing region[J]. Pratacultural Science, 2009, 26(3): 16-21.)
- [5] Rongwen J, Akkaya M S, Bhagwat A A, et al. The use of microsatellite DNA markers for soybean genotype identification[J]. Theoretical and Applied of Genetics, 1995, 90: 43-48.
- [6] Keim P, Schupp J M, Travis S E, et al. A high-density soybean genetic map based on AFLP markers[J]. Crop Science, 1997, 37: 537-543.
- [7] 李向华, 田子罡, 李福山. 新考察收集野生大豆与已保存野生大豆的遗传多样性比较[J]. 植物遗传资源学, 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.)
- [8] 徐豹, 徐航, 庄炳昌, 等. 中国野生大豆(*G. soja*)籽粒性状的遗传多样性及地理分布[J]. 作物学报, 1995, 21(6): 733-739. (Xu B, Xu H, Zhuang B C, et al. Polymorphism and geographical distribution of seed character of wild soybean (*G. soja*) in China [J]. Acta Agronomica Sinica, 1995, 21(6): 733-739.)
- [9] 庄炳昌, 徐航, 王玉民, 等. 中国野生大豆(*G. soja*)茎叶性状的多态性及其地理分布[J]. 作物学报, 1996, 22(5): 583-586. (Zhuang B C, Xu H, Wang Y M, et al. Polymorphism and geographical distribution of stem and leaf characters of wild soybean (*Glycine soja*) in China [J]. Acta Agronomica Sinica, 1996, 22(5): 583-586.)
- [10] 董英山, 庄炳昌, 赵丽梅, 等. 中国野生大豆遗传多样性中心[J]. 作物学报, 2000, 26(5): 521-527. (Dong Y S, Zhuang B C, Zhao L M, et al. The genetic diversity centers of annual wild soybean in China[J]. Acta Agronomica Sinica, 2000, 26(5): 521-527.)
- [11] Dong Y S, Zhuang B C, Zhao L M, et al. The genetic diversity of annual wild soybeans grown in China[J]. Theoretical and Applied of Genetics, 2001, 103: 98-103.
- [12] 庄炳昌, 徐豹, 路琴华. 萌发过程中野生大豆(*G. soja*)和栽培大豆(*G. max*)超氧化物歧化酶的变化[J]. 大豆科学, 1988, 7(3): 241-243. (Zhuang B C, Xu B, Lu Q H. A brief study on changes of superoxide dismutase in wild (*G. soja*) and cultivated (*G. max*) soybean seeds during germination[J]. Soybean Science, 1988, 7(3): 241-243.)
- [13] 徐豹, 张明, 路琴华, 等. 野生大豆中的高含硫氨基酸种质[J]. 大豆科学, 1993, 12(3): 265-266. (Xu B, Zhang M, Lu Q H, et al. High sulfur containing amino acid germplasm in wild soybean [J]. Soybean Science, 1993, 12(3): 265-266.)
- [14] 徐豹, 庄炳昌, 徐航, 等. 中国野生大豆(*G. soja*)脂肪含量多样性及地理分布[J]. 大豆科学, 1993, 12(4): 269-274. (Xu B, Zhuang B C, Xu H, et al. Polymorphism and geographical distribution of content of wild soybean in China [J]. Soybean Science, 1993, 12(4): 269-274.)