

重庆地区野生大豆资源区域居群表型多样性初步分析

陈 红¹, 张志良¹, 王克晶², 张继君¹, 李泽碧¹, 曾宪琪¹, 贾 兰¹, 李向华²

(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: 调查了重庆地区若干野生大豆区域居群的 8 个形态性状, 分析了区域居群的表型多样性。结果显示, 数量性状有比较丰富的多样性; 区域居群的形态多样性存在一定的地域性 (地理相关性); 数量性状变异系数大小顺序依次为: 百粒重 > 单株产量 > 地上部分茎叶干重 > 株高 > 播种至开花天数; 各形态多样性指数 (香农指数) 显示, 东北部区域 > 中部区域 > 西部区域的趋势。通过聚类分析, 样本数较多的 5 个区域居群分为 3 个地理组和 1 个特别居群组, 显示重庆地区地理区域居群存在明显的西部、中部、东北部生态地理的分化, 东北部是形态变异丰富的地区。

关键词: 重庆; 野生大豆; 多样性; 聚类分析

A Preliminary Analysis on Phenotypic Diversity of Regional Populations of Wild Soybean in Chongqing

CHEN Hong¹, ZHANG Zhi-liang¹, WANG Ke-jing², ZHANG Ji-jun¹, LI Zhe-bi¹,
ZENG Xian-qi¹, JIA Lan¹, LI Xiang-hua²

(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)

Abstract Several regional populations of wild soybean collected in Chongqing were investigated for eight morphological traits. Five populations of them that were composed of more accessions were evaluated for phenotypic diversity estimated by the Shannon-Wiener index (*H'*). The results showed that the northeastern regional populations was relatively abundant in phenotypic diversity and presented a region-dependent geographical relationship in phenotypic diversity among the regional populations of wild soybean in Chongqing. The *CV* values of morphological traits were showed as follows: 100-seed weight > yield per plant > overground dry weight per plant > plant height > days from sowing to flowering. The Shannon indexes showed a tendency of the Northeast > Centre > West in phenotypic diversity of each morphological characters. Based on the morphological data, five regional populations containing more collected individual plants were divided into three geographical groups and one special group containing semi-wild soybeans, and the results demonstrated an obviously ecogeographical differentiation among the western, central and northeastern populations of wild soybean in Chongqing, and the Northeast was a region with abundant variation in morphology.

Key words Chongqing Wild soybean; Morphological diversity; Cluster analysis

野生大豆 (*Glycine soja* Sieb. et Zucc.) 属于豆科 (Leguminosae)、蝶形花亚科 (Papilionoideae)、大豆属 (*Glycine* Willd.)、黄亚属 (*Soja*), 是栽培大豆的

祖先种, 它们具有相同的染色体数 (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含量、抗逆性强、繁殖

收稿日期: 2009-06-29 修回日期: 2010-06-12

基金项目: 重庆市自然科学基金重点项目 (CSTC, 2009BA1033); 重庆市科技攻关项目 (CSTC, 2008AB1076); 重庆市科技创新能力建设 (CSTC, 2009CB1007)

作者简介: 陈红, 农艺师, 主要从事大豆遗传育种及野生大豆研究。张志良对本研究同等贡献

通讯作者: 张继君, 副研究员。E-mail: zhangjijun98765@126.com; 王克晶, 研究员。E-mail: wangk@caas.net.cn

系数高等优良性状,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。一般而言植物种群的形态结构与当地生态环境和群体的生境有密切关系,在长期的种群进化中形成适应当地生态环境的种群结构,因此天然条件下的种群形态结构特征是野生大豆遗传多样性研究的重要内容之一。王克晶等^[1-2]对野生大豆的天然群体的百粒重类型组成、地理分布和河北省野生大豆种群若干数量性状结构特征进行了分析;严茂粉等^[3]对北京地区天然种群形态多样性进行了研究。许多学者还在野生大豆物种水平上进行了形态遗传多样性的地理分析。庄炳昌等^[4]、徐豹等^[5]对我国野生大豆的茎叶性状和子粒性状多样性以及地理分布进行了分析;张礼凤等^[6]和王果等^[7]分别研究了山东和山西野生大豆的形态多样性;董英山等^[8]对我国野生大豆的形态多样性进行了分析,认为东北和中南部野生大豆的形态多样性较高,存在东北、中南部沿海、黄河流域3个多样性中心。然而丁艳来等^[9]对形态和遗传研究认为长江流域及以南的地区野生大豆遗传多样性最高。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,这个区域大致是湖北、湖南、陕西、重庆、四川。王金陵等^[11]和吕世霖^[12]持多起源中心的观点认为栽培大豆不只有一个起源地,周新安等^[13]认同多起源地的观点,根据我国栽培大豆形态多样性分布,认为中国栽培大豆起源中心为由西南地区向东偏北方向延伸的带状区域,包括陕西、山西、河南、山东、河北(含北京),即北方春大豆起源中心可能在黄河流域中下游地区;西南地区的四川(含重庆地区)可能是南方春大豆起源地。因此,需要认识西南地区重庆野生大豆在大豆起源研究上的特殊地位与价值,然而目前有关重庆地区野生大豆的概况知之甚少。重庆市地处我国西南的长江上游,地理环境复杂,形成了丰富多样的生态环境。为了保护重庆野生大豆资源,了解重庆地区天然野生大豆的类型分布及形态多样性状况,对重庆地区进行了为期2年的野生大豆考察收集,对采集到的若干区域居群进行了形态性状的调查,为重庆地区野生大豆未来的有效保护、合理利用及大豆起源研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 野生大豆取样

于2006-2007年在野生大豆成熟期(10月底至11月初),对重庆市各区(县)考察,共考察重庆18个区(县),其中仅在7个区(县)收集到种子。仅少

数区(县)收集到种子最大的原因是2006年夏季重庆发生了历史上少有的特大干旱,当年春季生长的植株绝大部分死亡。以区(县)为区域居群尺度,共搜集到7个区域野生大豆居群196份样本(其中半野生大豆25个)。这6个区域居群属于3个地理生态区,分别为渝西地区(居群1:大足县)、渝中地区(居群2:垫江县)和渝东北地区(居群3、4、5、6、7:开县、万洲、巫山县、巫溪县、云阳县)3个生态区。

1.2 材料种植与性状鉴定

2008年4月7日在重庆市农业科学院特色作物研究试验站种植(重庆市永川区双竹镇)。1m²方格种植1份材料,保苗3株。鉴定性状包括:百粒重、单株产量、地上部分干重、播种至开花天数、株高、种皮色、种脐色、叶形。数量性状取平均值。开花时间以开第一朵花时间为准。

1.3 统计方法

采用Shannon-Wiener指数估算性状多样性值($H' = -\sum P_i \ln P_i$ 其中*i*指某一居群中的第*i*个类型, P_i 指第*i*个类型在居群中所占的百分率)^[14]。对数量性状类型采用级段分类,然后以每个级段为一类型计算其在居群中所占的百分率,各数量性状级段分类方式如下:播种至开花天数,6级:小于100d 101~110d 111~120d 121~130d 131~140d 大于141d 株高,6级:小于1.25m 1.26~2.00m 2.01~2.75m 2.76~3.50m 3.51~4.25m 大于4.26m;地上部干重,6级:小于50g 50.1~250g 251~450g 451~650g 651~850g 大于851g 单株产量,6级:小于20g 20.01~60g 60.01~100g 100.01~140g 140.01~180g 大于180.01g 百粒重,6级:小于1.0g 1.01~1.5g 1.51~2g 2.01~2.5g 2.51~3g 大于3g 聚类分析根据各性状的频率使用欧氏距离系数和Ward聚类方法,采用SPSS软件分析。

2 结果与分析

2.1 性状类型

百粒重:本次调查发现重庆地区野生大豆种子大小存在两种类型。一种是百粒重3.0g以下的小粒型;另一种是百粒重超过3.0g的大粒型。本次搜集样本共计196份,其中25份是半野生大豆,百粒重3.08~10.46g

种皮色:小粒型野生大豆种皮黑色(包括双色)。大粒型种皮颜色3种即黑色、黄色和绿色。叶形分椭圆、长椭圆和披针叶3种。脐色分黑色和褐色2种。花色有紫花和白花2种。

重庆地区野生大豆花色除部分大粒野生大豆为白花外均为紫花。长椭圆形为主要叶形,占 57.65%、椭圆形 12.76%、披针形 29.59%。椭圆形是分布最广的叶形,在 7个居群中都有分布。披针形只在 1个居群中出现。黑色种皮是主要类型,绿色和黄色种皮主要存在于大粒型中,频率分别为 90.82%、6.12%和 3.06%。黑色脐为主,部分大粒型为褐色脐,频率分别为 89.8%和 10.2%。

2.2 数量性状类型及其表现

重庆野生大豆播种到开花天数最长 142d 最短 99d 平均约 123d。低纬度的西部居群平均 141d 中部(居群 2)平均 136d 高纬度的东北部居群平均 118d (表 1)。结果表明,尽管相对而言重庆的地域较小,

但是从低纬度到高纬度的居群开花期仍显变短。

茎部性状株高最高达 5.10m,最矮仅 1.03m,平均 2.89m。明显地显示低、中纬度的中部居群株高(3.57~3.68m)高于高纬度的东北部居群株高(2.65m)。地上部干物质重最高者为 1140g 最低者仅 20g 与株高变化密切相似,也会呈现西部地区(465.34g)>中部地区(295.42g)>东北地区(22.59g)。

单株产量最高 365g 最低 1.04g 西部居群(低纬度,111.80g)明显高于中部的(66.36g)和东北部的(79.21g)。东北部单株百粒重高,主要是由于在该生态区搜集到较多的大粒型,搜集到 25份百粒重超过 3g的大粒植株。混合居群(居群 6和 7)百粒重相差悬殊,植株百粒重最大为 10.46g 最小 0.72g(表 1)。

表 1 野生大豆居群 5个数量性状的表现

Table1 Performances of five quantitative characters in the regional populations of wild soybean

生态区	种群	播种至开花天数	DSF(d)	株高		HH(m)	地上部干重		ODW(g)	单株产量		YPP(g)	百粒重		HSW(g)
		Days from sowing to flowering		Plant height			Overground dry weight			Yield per plant			100-seed weight		
				平均	Mean±S		CV(%)	平均		Mean±S	CV(%)		平均	Mean±S	
西部	1	141.00±0	0	3.57±0.19	5.45	465.34±152.55	32.78	111.80±48.28	43.19	1.32±0.26	11.31				
中部	2	136.86±5.58	4.08	3.68±0.61	16.72	295.42±179.25	60.68	66.36±32.91	49.59	1.20±0.25	19.59				
东北部	3	131.39±8.37	6.37	2.98±0.20	15.19	245.05±86.57	35.33	47.85±12.32	25.75	1.10±0.31	28.05				
	4	129.67±14.43	11.13	2.45±0.18	7.36	257.67±20.53	7.97	54.01±11.25	20.82	1.01±0.08	8.10				
	5	133.33±2.31	1.73	2.82±0.75	26.71	175.00±157.40	89.94	51.23±19.73	38.51	1.05±0.04	3.43				
	6	112.70±2.82	2.50	2.95±0.58	19.79	176.47±84.90	48.11	61.67±34.49	55.92	1.74±1.54	88.30				
	7	114.46±14.33	12.52	2.33±0.63	26.95	243.14±194.99	80.19	106.30±83.07	78.14	2.77±1.81	65.34				
东北部小计		118.42±13.30	11.23	2.65±0.65	24.58	224.59±150.13	66.85	79.21±65.18	82.28	2.05±1.64	79.80				
总计 Total		122.97±14.40	11.71	2.89±0.77	26.57	245.91±162.63	66.14	77.29±59.66	77.19	1.88±1.47	78.01				

2.3 数量性状变异系数

5个性状在重庆地区的变异系数都在 11.71%以上(表 1)。居群间变异系数波动最大的是百粒重,在 3.43%~88.30%,平均为 78.01%;其次是地上部干重,变幅在 7.97%~89.94%,平均为 66.14%。居群间变异范围最小的是播种至开花天数,在 0~12.52%,平均为 11.71%。

居群数量性状遗传多样性丰富,存在一定的地域性,且各性状表现不尽相同。居群 2 3 4 7在播种至开花天数这个性状表现出了较高的变异系数,分别为 4.08%、6.37%、11.13%、12.52%;居群 2 3 5 6 7在株高方面出现较高的变异系数,以居群 7为最高,达到 26.95%;地上部干重除居群 4外各居群均表现出较高的变异系数,以居群 5为最高,达到 89.94%;单株产量均表现出较高的变异系数,以居群 7为最高,达到 78.14%;百粒重除居群 4 5外各居群内部均表现出

较高的变异系数,以居群 6为最高,达到 88.30%。各生态区在数量性状上的变异系数趋势趋于一致,都是东北地区>中部地区>西部地区,表明东北地区是重庆野生大豆变异较大的生态区。

2.4 居群形态性状遗传多样性分析

以质量和农艺性状等 8个性状进行了香农指数的遗传多样性估计(表 2 不包括样本少的区域居群 4和 5)。从不同的生态区的单性状看,基本上叶形、种皮色和种脐色的遗传多样性指数均表现为东北地区高于中、西部地区;开花日数、株高和百粒重呈现东北居群>中部居群>西部居群的趋势。地上部干物质重以中部居群为最高,其次为东北部居群,西部的最低。单株产量多样性指数以西部居群最高,西部>中部地区>东北部(表 2)。从生态区综合评价形态多样性看,中部(I=6.01)和东北部(I=5.91)水平基本一致,西部较低。西部的样本少,可

能影响估计。

在总样本数量性状中,播种至开花天数的遗传多样性指数最高(1.65),其次是株高(1.42),而地上部干重的多样性指数最低(1.17)。3个质量性状的多样性指数最大为叶形(0.94),其次为种皮色(0.37),最小种脐色(0.33)。从居群的性状看,叶形、种皮色、脐色多样性指数在各居群的表现趋势一致:叶形>种皮色>脐色。而各数量性状的香农指数高低顺次在各居群完全不同,表现出每个居群都有其多样性值特别高的性状(表2)。

表 2 5个居群各性状的多样性指数

Table 2 Phenotypic diversity indexes for each character in five regional populations

生态区 Ecotope	居群 Pop	香农指数 Shannon index								
		叶形 Leaf shape	种皮色 Seed color	种脐色 Hilum color	播种至开花 天数(d) DSF	株高(m) HH	地上干重(g) ADW	单株产量(g) YPP	百粒重(g) H SW	总和 Total
西部	1	0	0	0	0	0.67	0.67	1.33	0.50	3.17
中部	2	0.67	0	0	0.94	1.13	1.38	1.20	0.70	6.02
东北部	3	0	0	0	0.88	1.01	0.78	0.43	0.86	3.94
	6	0.68	0.23	0.12	0.39	1.23	0.73	1.16	0.58	5.12
	7	0.69	0.68	0.58	1.52	1.31	1.09	1.49	1.32	8.68
东北部小计		0.76	0.45	0.33	1.59	1.35	0.98	1.12	1.28	5.91
总计		0.94	0.37	0.33	1.65	1.50	1.17	1.45	1.22	

2.5 居群形态性状聚类分析

根据居群质量性状频率和数量性状的不同级段频率进行聚类(不包括样本少的区域种群4和5),聚类结果见图1。以距离系数3为水平基准将重庆地区野生大豆分为4个居群组,组I:东北部居群(居群3和6);组II:中部居群(居群2);组III:西部种群(居群1);组IV:东北部混合种群(居群7)。形态性状聚类显示西部、中部、东北部居群各自在相应的分组中,东北部混合居群7由于大粒型份数较多,形态结构与其他居群大不相同(表2),单独为一个特别居群。分组结果较好地反映了重庆地区野生大豆居群的生态区域性和地理分化性。

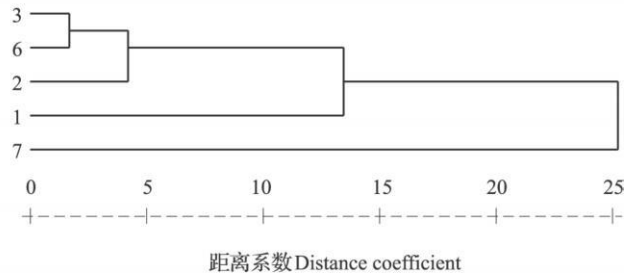


图 1 基于 8 个形态性状的重庆地区 5 个野生大豆区域居群的聚类图

Fig 1 Dendrogram of five regional populations of wild soybean growing in Chongqing based on weight morphological characters

3 讨论

2006年重庆出现历史上罕见的特大干旱,许多

野生大豆居群遭到不同程度的毁坏,有的地方野生大豆甚至灭绝。通过这个调查,挽救出一批野生大豆资源,并对获得的资源进行了初步的形态多样性分析。根据重庆地势地形,划分西部区域(相对重庆地区也是低纬度区)、中部中纬度区域、东北部高纬度区域。自重庆成立直辖市以来我们首次规模地调查重庆野生大豆的分布和生存现实状况,野生大豆的分布范围正在减少,未来的资源保护和搜集工作十分必要。

分析搜集的材料显示,重庆地区野生大豆形态上存在明显的地理变异与分化,最明显的差异表现在开花日期,西部野生大豆平均播种后141d开花,由西向东(由低纬度到高纬度)开花日数减少,中部136d东北部118d。植株高度上,西部、中部材料明显高于东北部,几乎高出1m。相应地,地上干物质重由西部、中部、东北部逐渐降低,西部材料地上干物质重几乎高出东北部材料1倍;单株产量也明显高于东北部材料。形态数据的多样性评价、聚类分析显示出重庆地区野生大豆居群的地理生态差异性,实质是遗传上的地理分化差异。另外,我们注意到重庆的东北部是重庆地貌条件最复杂的区域,农田的海拔高度差异很大,本研究分析结果表明,重庆东北部是本市野生大豆形态多样性较丰富的地区,在野生大豆保护上值得重视。

王克晶等^[2]对河北省天然野生大豆种群数量性状结构的分析显示,种群内的百粒重变异系数>开花期,并且相同的种群内出现开花期差异很大的

个体。在重庆野生大豆也看到了百粒重的变异系数最大, 开花期的变异系数最小; 我们也观察到在居群7内开花期相差43d, 实际上居群7的两个极端个体都是在同一个搜集点内采集的。野生大豆是对光照时间敏感的短日植物, 在同一个地点, 受到相同的光周期诱导, 但是同一居群并非是单一相近的开花期, 存在开花光周期性反应不同的基因型, 这种开花时间的多样性或异质性可能与种群自身调节适应环境有关。

根据《中国野生大豆资源目录》记载, 重庆地区梁平县曾经发现过褐色种皮半野生大豆^[15], 本次调查搜集到25份百粒重3.08~10.46g的大粒型野生大豆, 种皮色有黑色、绿色和黄色。其中14份大粒型经过种植观察在花色、株高、百粒重、种皮色出现了分离现象。这些出现性状分离的大粒型本身就证明了他们是野生大豆和栽培大豆的天然杂交的产物。Hymowitz^[16]推论半野生大豆(*Glycine gracilis*)是起源于野生大豆和栽培大豆的天然杂交, 然而我们这次调查给出了分离实物证据, 有力地支持了半野生大豆起源于种间天然杂交的假说。

这个发现还具有另外的重要意义: 实例证据证明了栽培大豆的基因能够逃逸到野生种上。目前我国正在进行大规模转基因研究项目, 因此, 防止种植转基因大豆后外源基因逃逸到野生种上, 是未来我国大豆科研和生产的一项重要课题。我们所搜集的这些出现性状分离的大粒型野生大豆周围都没有种植栽培大豆。其中的一个大粒型位于山沟入口处靠近河岸, 与杂草混生, 花粉来源不明。另一个搜集点位于山坡上, 山坡下面有废弃的农田。所以位于山坡的搜集点附近可能几年前种植过大豆。这些事例

说明栽培大豆的花粉在偶然的机会也许会由昆虫传播到相对很远的地方。大豆起源我国, 对于我国野生大豆种性安全和物种生存安全的保护是极其重要的。

参考文献

- [1] 王克晶, 李向华, 张志卫, 等. 野生大豆天然群体百粒重类型组成与地理分布调查[J]. 大豆科学, 2005, 24(4): 243-248
- [2] 王克晶, 李福山, 曹永生, 等. 河北省野生大豆种群若干数量性状结构特征[J]. 植物生态学报, 2001, 25(3): 351-358
- [3] 严茂粉, 李向华, 王克晶, 等. 北京地区野生大豆天然种群表型结构分析[J]. 植物遗传资源学报, 2008, 9(3): 315-321
- [4] 庄炳昌, 徐航, 王玉民, 等. 中国野生大豆(*Glycine 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
- [5] 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其地理分布[J]. 作物学报, 1995, 21(6): 95-101
- [6] 张礼凤, 李伟, 王彩洁, 等. 山东大豆种质资源形态多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2006, 7(4): 450-454
- [7] 王果, 胡正, 张保缺, 等. 山西省野生大豆资源遗传多样性分析[J]. 中国农业科学, 2008, 41(7): 2182-2190
- [8] Dong Y S, Zhuang B C, Zhao L M, et al The genetic diversity of annual wild soybeans grown in China[J]. Theor Appl Genet, 2001, 103: 98-103
- [9] 丁艳来, 赵团结, 盖钧镒. 中国野生大豆的遗传多样性和生态特异性分析[J]. 生物多样性, 2008, 16(2): 133-142
- [10] Vavilov N. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants[M]. (Trans by Starr Chester K.) Chronic Botanica Vol 13. New York: The Ronald Press Company, 1951
- [11] 王金陵, 孟庆喜, 祝其昌. 中国南北地区野生大豆光照生态型分析[J]. 遗传学通讯, 1973(3): 1-8
- [12] 吕世霖. 我国栽培大豆原产地问题的探讨[J]. 中国农业科学, 1978, (4): 90-94
- [13] 周新安, 彭玉华, 王国勋, 等. 中国栽培大豆遗传多样性和起源中心初探[J]. 中国农业科学, 1998, 31: 1-4
- [14] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其计算机处理平台[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 119-120
- [15] 李福山. 全国野生大豆资源目录[M]. 北京: 农业出版社, 1990
- [16] Hymowitz T. On the domestication of the soybean[J]. Econ Bot, 1970, 24: 408-421

欢迎 订阅

《中国农业科学》中、英文版由农业部主管、中国农业科学院主办。主要刊登农牧业基础科学和应用基础科学论文、综述、简报等。设有作物遗传育种; 耕作栽培·生理生化; 植物保护; 土壤肥料·节水灌溉·农业生态环境; 园艺; 园林; 贮藏·保鲜·加工; 畜牧·兽医等栏目。读者对象是国内外农业科研院(所)、农业大专院校的科研、教学人员。

《中国农业科学》中文版影响因子、总被引频次连续多年居全国农业科技期刊最前列或前列位次。1999年起连续10年获“国家自然科学基金重点学术期刊专项基金”资助; 1999年获“首届国家期刊奖”, 2003、2005年获“第二、三届全国国家期刊奖提名奖”; 2004-2006年连续荣获第四、五届全国农业优秀期刊特等奖; 2008年获中国科技信息研究所“精品科技期刊”称号, 及武汉大学中国科学评价中心“权威期刊”称号。在北京大学《中文核心期刊要目总览(2008年版)》中位居“农业综合类核心期刊表”首位。

《中国农业科学》英文版(*Agricultural Sciences in China*)2002年创刊, 2006年1月起正式与国际著名出版集团Elsevier合作, 海外发行由Elsevier全面代理, 全文数据在ScienceDirect平台面向世界发行。2010年1月起英文版页码增至160页。2010年Agricultural Sciences in China被SCIE收录。

《中国农业科学》中文版半月刊, 大16开, 224页, 定价49.50元, 全年定价1188.00元, 邮发代号: 2-138, 国外代号: BM 43。

《中国农业科学》英文版月刊, 大16开, 160页, 国内订价36.00元, 全年432.00元, 邮发代号: 2-851, 国外代号: 159IM。

地址: (100081)北京 中关村南大街12号《中国农业科学》编辑部

网址: www.ChinaAgrSci.com

电话: 010-82109808 82106279 82106283 82106282

E-mail: agnyk@mail.caas.net.cn

传真: 010-82106247