

云南省适宜与玉米间作大豆品种的筛选与鉴定

赵银月<sup>1</sup>, 黄国贤<sup>2</sup>, 詹和明<sup>1</sup>, 代希茜<sup>1</sup>, 单丹丹<sup>1</sup>, 王铁军<sup>1</sup>

(1. 云南省农业科学院 粮食作物研究所, 云南 昆明 650205; 2. 德宏州农业科学研究所, 云南 芒市 678400)

**摘要:**为了筛选和鉴定适宜云南省与玉米间作的大豆品种,本研究在玉米与大豆间作条件下,采用灰色关联度和系统聚类分析方法对 44 个大豆品种(系)的 10 个农艺及产量性状进行综合分析及评价。结果表明:参试品种各性状的变异系数的变异范围为 7.3% ~ 51.2%,说明各地大豆资源的表型多样性比较丰富。灰色关联分析表明影响间作大豆产量的性状依次为单株粒数、主茎节数、百粒重、单株荚数、分枝数、倒伏性、株高、节间长度、每荚粒数。利用系统聚类法将 44 个大豆品种分为了 3 大类,各类群性状之间的差异较明显,其中单株荚多、单株粒多、分枝多、百粒重适中的第一类是比较适宜与玉米间作的大豆品种(系)。

**关键词:**大豆;玉米;间作;灰色关联度分析;系统聚类分析

**中图分类号:**S565.1      **文献标识码:**A      **DOI:**10.11861/j.issn.1000-9841.2018.01.0075

Screening and Identification of Soybean Varieties Suitable for Intercropping with Maize in Yunnan Province

ZHAO Yin-yue<sup>1</sup>, HUANG Guo-xian<sup>2</sup>, ZHAN He-ming<sup>1</sup>, DAI Xi-xi<sup>1</sup>, SHAN Dan-dan<sup>1</sup>, WANG Tie-jun<sup>1</sup>

(1. Institute of Food Crops, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China; 2. Dehong Agricultural Science Research Institute, Mangshi 678400, China)

**Abstract:** In order to screen and identify of soybean varieties suitable for intercropping with maize in Yunnan province, this study used the grey relational degree and system cluster analysis method, ten agronomic and yield characters of 44 soybean varieties (lines) conducted a comprehensive analysis and evaluation under the conditions of corn and soybean intercropping. The results showed that the coefficient of variation in phenotypic traits was between 7.3% – 51.2%, which illustrated that the germplasm from around had a relatively rich morphological diversity. Using grey correlation degree analysis indicated the order of main characters which influenced the yield of intercropping soybean as follows: seeds per plant, Number of nodes on main stem, 100-seed weight, Pods per plant, number of branches, lodging resistance, plant height, Internode length, and seeds per pod. By the system cluster analysis of 44 soybean varieties was classified into three clusters. More pods per plant, more seeds per plant, more branch and moderate 100-seed weight of the first class were suitable for intercropping with corn in Yunnan province.

**Keywords:** Soybean; Maize; Intercropping; Grey relational grade analysis; System cluster analysis

多熟种植是中国传统农业精耕细作的精华,其中间作套种是多熟种植的重要组成部分<sup>[1]</sup>。近年来,在我国大豆需求日益增加,进口大豆逐年上升,而我国大豆生产徘徊不前的整体背景下,南方地区大豆生产呈现明显上升趋势<sup>[2-4]</sup>。在南方地区,大豆品种类型多样,种植方式复杂,除少量清种外,大豆多与其它作物间作套种。间套种不仅可以充分利用温、肥、水和土地等资源,还能提高光能利用率,从而提高单位面积的产出率<sup>[5]</sup>,与单作相比,合理的间作系统能提高作物的总产量,保持产量的稳定性<sup>[6]</sup>。

大豆是云南省偏远山区人们获得植物蛋白的重要来源。由于云南特殊的地里位置和气候类型,大豆的种植方式更是复杂多样,其中与玉米间套种

是主要的种植方式之一,少部分与甘蔗、烤烟和马铃薯等作物间套种。然而,大豆在与玉米、甘蔗等高秆作物间作条件下,大豆属于弱势作物,荫蔽导致植株旺长、茎秆纤细、倒伏严重,最终影响大豆产量及品质<sup>[7-9]</sup>。因此,适宜与玉米等高秆作物间作大豆品种的缺乏是制约云南大豆产量提高及效益增加的主要限制因素。目前,在适宜间套种大豆品种筛选方面的研究较多,如罗健等<sup>[10]</sup>对 11 个大豆品种与玉米间作条件下筛选出 3 个适宜间作的大豆品种;张正翼等<sup>[11]</sup>利用 24 个大豆品种在套种条件下筛选出 1 个适宜套种的大豆品种;卜伟召等<sup>[12]</sup>利用 55 个大豆品种在带状间作条件下筛选出 15 个大豆品种适宜黄淮带状种植。但以往的研究多集中在套种上,或者针对的区域不同等方面,而且研究

收稿日期:2017-08-29  
基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04-CES29)。  
第一作者简介:赵银月(1976-),女,硕士,副研究员,主要从事大豆遗传育种研究。E-mail:yinyuezhao25@126.com。  
通讯作者:王铁军(1961-),男,研究员,主要从事大豆遗传育种研究。E-mail:wangdd518@sian.com。

的样本数量较少,而在西南地区,采用这么大的样本数量对适宜与玉米等高秆作物间作的大豆品种的筛选及鉴定方面的研究鲜见报道,这在一定程度上制约了西南区间作大豆的发展。

本研究利用来自中国农业科学作物科学研究所、河北省农科院粮油作物研究所和安徽省农业科学院等 12 个省市级农科院所的 39 份大豆品种(系)和云南省农业科学院粮食作物研究所自育的 5 份大豆新品种(系)作为试验材料。采用灰色关联度法分析影响间作大豆产量的主要性状因子。再利用系统聚类法对这些影响间作大豆产量的主要

因子进行聚类,最终筛选和鉴定出适宜云南省与玉米间作大豆品种的类型。同时,也为云南省间作大豆的品种选育及利用方面提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试的玉米品种云瑞 999,为云南省农业科学院粮食作物研究所选育而成,该品种适应性广,产量高,抗性好,株型半紧凑,株高约 2.5 m。供试大豆的 44 个品种(系)的名称及来源详见表 1。

表 1 参试品种名称及来源

Table 1 The name and source of varieties in the study

序号 No.	品种名称 Name	来源 Source	序号 No.	品种名称 Name	来源 Source
1	6019 6019	中国农业科学院油料作物研究所	23	中黄 30 Zhonghuang 30	中国农业科学院作物科学研究所
2	阜 04035 Fu04035	安徽省阜阳市农业科学院	24	中黄 37 Zhonghuang 37	中国农业科学院作物科学研究所
3	阜豆 9 号 Fudou 9	安徽省阜阳市农业科学院	25	中黄 70 Zhonghuang 70	中国农业科学院作物科学研究所
4	晋豆 39 Jindou 39	山西省农业科学院经济作物研究所	26	中黄 39 Zhonghuang 39	中国农业科学院作物科学研究所
5	汾豆 78 Fendou 78	山西省农业科学院经济作物研究所	27	中黄 42 Zhonghuang 42	中国农业科学院作物科学研究所
6	汾豆 79 Fendou 79	山西省农业科学院经济作物研究所	28	中黄 75 Zhonghuang 75	中国农业科学院作物科学研究所
7	齐黄 34 Qihuang 34	山东省农科院作物所	29	中黄 79 Zhonghuang 79	中国农业科学院作物科学研究所
8	齐黄 35 Qihuang 35	山东省农科院作物所	30	中黄 13 Zhonghuang 13	中国农业科学院作物科学研究所
9	皖宿 01-15 Wansu01-15	安徽省宿州市农业科学院	31	沈农豆 27 Shennongdou 27	沈阳农业大学
10	皖宿 2156 Wansu2156	安徽省宿州市农业科学院	32	沈农豆 22 Shennongdou 22	沈阳农业大学
11	皖宿 0312 Wansu0312	安徽省宿州市农业科学院	33	沈农豆 28 Shennongdou 28	沈阳农业大学
12	郑 8158 Zheng8158	河南省农业科学院经济作物研究所	34	沈农豆 29 Shennongdou 29	沈阳农业大学
13	郑 196 Zheng 196	河南省农业科学院经济作物研究所	35	沈农 03-179 Shennong03-179	沈阳农业大学
14	郑 7051 Zheng7051	河南省农业科学院经济作物研究所	36	徐豆 18 Xudou 18	江苏省徐淮地区徐州农业科学研究所
15	蒙 01-33 Meng01-33	安徽省农业科学院作物研究所	37	桂春 8 号 Guichun 8	广西壮族自治区农业科学院经济作物研究所
16	蒙 1102 Meng1102	安徽省农业科学院作物研究所	38	桂 169 Gui169	广西壮族自治区农业科学院经济作物研究所
17	蒙 1001 Meng1001	安徽省农业科学院作物研究所	39	滇豆 4 号 Diandou 4	云南省农业科学院粮食作物研究所
18	蒙 01-75 Meng01-75	安徽省农业科学院作物研究所	40	云大豆 12 Yundadou 12	云南省农业科学院粮食作物研究所
19	冀豆 17 Jidou 17	河北省农林科学院粮油作物研究所	41	云大豆 13 Yundadou 13	云南省农业科学院粮食作物研究所
20	冀豆 18 Jidou 18	河北省农林科学院粮油作物研究所	42	滇豆 6 号 Diandou 6	云南省农业科学院粮食作物研究所
21	冀豆 19 Jidou 19	河北省农林科学院粮油作物研究所	43	滇豆 7 号 Diandou 7	云南省农业科学院粮食作物研究所
22	五星 1 号 Wuxing 1	河北省农林科学院粮油作物研究所	44	滇 86-4 Dian86-4	云南省农业科学院粮食作物研究所

### 1.2 试验设计

试验于 2015 - 2016 年在云南省昆明市嵩明县小街镇(E103°065'857",N25°214'963",海拔1 910 m)开展。土壤类型为红壤土,肥力中等,粘土含量

>72%,土壤 pH6.4,有机质含量 2.65%,全氮 0.278 mg·kg<sup>-1</sup>,全磷 0.038 mg·kg<sup>-1</sup>,全钾 1.8 mg·kg<sup>-1</sup>。

试验采用单因子随机区组设计,2 次重复,小区

面积为 7.2 m<sup>2</sup>。采用的种植方式为:幅宽 1.8 m,玉米与大豆行比 2:2 的宽窄行规格化种植模式,即 2 行玉米的行距为 40 cm,2 行大豆的行距为 30 cm,玉米与大豆间的行距为 55 cm(图 1)。玉米种植密度为 5.55 万株·hm<sup>-2</sup>,大豆种植密度为 13.5 万株·hm<sup>2</sup>。玉米、大豆同时播种。2015 年 5 月 16 日播种,9 月 30 日收获;2016 年 5 月 20 日播种,10 月 3 日收获。施肥和田间管理同一般生产田。

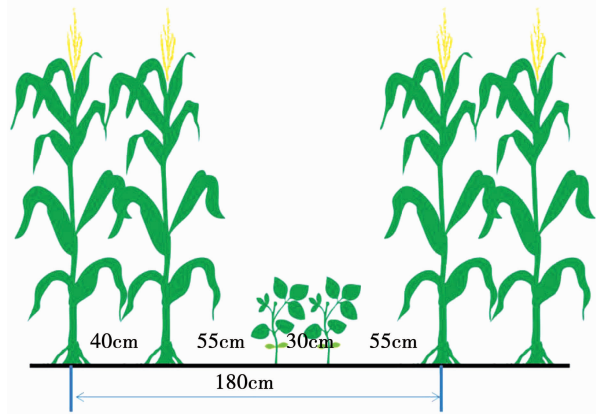


图 1 玉米 - 大豆间作示意图

Fig. 1 Schematic diagram of maize-soybean intercropping

1.3 测定项目与方法

大豆成熟时,每小区取中间有代表性的连续 10 株进行室内考种,测定的项目主要有株高、主茎节数、节间长度、分枝数、单株荚数、单株粒数、每荚粒数、百粒重、单株产量、倒伏级别。田间的倒伏分级记载标准按照《大豆种质资源描述规范和数据标准》<sup>[13]</sup>进行,1 不倒(所有小区植株无倒伏),3 轻倒(0 < 倒伏植株比率 ≤ 25%),5 中倒(25% < 倒伏植株比率 ≤ 50%),7 重倒(50% < 倒伏植株比率 ≤

75%),9 严重倒(倒伏植株比率 > 50%),计算倒伏(主茎与地面倾斜角度小于 30°)植株占全小区植株的比率。

以上性状值为 2 年的测定值求平均数。

1.4 数据分析

采用 Excel 2007 软件进行数据整理与分析; DPS V 9.01 软件进行灰色关联度分析和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 各测定性状的变异分析

由表 2 可知,所有测定性状的变异较为丰富,其变异系数范围为 7.3% ~ 51.2%。其中分枝数的变异系数最大,为 51.2%,其次是倒伏性的变异系数为 40.5%;主茎节数和节间长度的变异较小,其变异系数分别为 10.3% 和 12.8%。株高的变异系数居两者之间,为 20.2%。单株产量的变异系数为 24.1%,分布范围主要为 8.5 ± 2.0 cm,在这范围之内的大豆品种有 32 个,占有参试品种(系)的 72.7%,单株产量小于 6.5 g 的品种占总数的 11.4%,单株产量大于 10.5 g 的品种占总数的 15.9%。从产量构成的其它因子单株荚数、单株粒数、每荚粒数、百粒重来看,其中变异系数最低的是每荚粒数,为 7.3%,平均每荚粒数为 2.2 粒,变异系数最大的是单株粒数,为 21.1%,其次是单株荚数和百粒重,其变异系数分别为 19.2% 和 17.12%,说明每荚粒数对产量的影响不大,而单株粒数、单株荚数和百粒重对产量的影响较大,生产上可以选择单株荚、粒数多、百粒重大的品种来提高间作大豆的产量。

表 2 间作大豆主要农艺性状的变异

Table 2 Variation of agronomic traits of intercropping soybean

性状 Traits	变异幅度 Range	均值 Average	标准差 S	变异系数 CV/%
株高 Plant height/cm	32.4 ~ 111.9	67.2	13.6	20.2
主茎节数 Number of nodes on main stem	7.3 ~ 16.9	11.6	1.2	10.3
节间长度 Internode length/cm	3.5 ~ 8.1	5.8	0.7	12.8
分枝数 Branch	0.0 ~ 4.0	1.3	0.7	51.2
单株荚数 Pods per plant	9.3 ~ 39.7	20.0	3.9	19.2
单株粒数 Seeds per plan	20.5 ~ 107.2	44.4	9.4	21.1
每荚粒数 Seeds per pod	1.6 ~ 3.0	2.2	0.2	7.3
百粒重 100-seed weight/g	14.4 ~ 42.0	22.5	3.9	17.4
倒伏性 Lodging	1.0 ~ 9.0	4.4	1.8	40.5
单株产量 Yield per plant/ g	2.7 ~ 17.7	8.5	2.0	24.1

2.2 间作大豆各性状对产量的影响

采用灰色关联分析法分析间作大豆产量与主要农艺性状之间的关系(表3)。关联度大的数列与参考数列的关系较为密切,单株粒数与单株产量的关联度为0.497 98,是所有考察性状中关联最大的性状,因此,对产量的影响也最大。其它性状对间

作大豆产量的关联大小顺序依次为:主茎节数、百粒重、单株荚数、分枝数、倒伏性、株高、节间长度、每荚粒数。表明,提高间作大豆产量首先要增加间作大豆的单株粒数,其次需增加主茎节数、百粒重和单株荚数等性状。

表3 产量与其它农艺性状的关联系数

Table 3 Relationship between yield and other traits									
性状 Traits	株高 Plant height	主茎节数 Number of nodes on main stem	节间长度 Internode length	分枝数 Branch	单株荚数 Pods per plant	单株粒数 Seeds per plan	每荚粒数 Seeds per pod	百粒重 100-seed weight	倒伏性 Lodging
关联系数 Correlative coefficient	0.39341	0.49046	0.35498	0.47093	0.48048	0.49798	0.34595	0.48915	0.41626
关联序 Correlation order	7	2	8	5	4	1	9	3	6

2.3 聚类分析

通过对影响间作大豆产量的灰色关联分析可知,单株粒数、主茎节数、百粒重、单株荚数、分枝数、倒伏性对间作大豆产量影响较大,而株高、节间长度和每荚粒数这3个性状对间作大豆产量影响相对较小。因此,把这3个性状剔除后,用系统聚类分析方法将原始数据进行标准化处理,选用欧式距离,离差平方和法对剩余的单株粒数、主茎节数、百粒重、单株荚数、分枝数、倒伏性这几个性状进行聚类分析。结果将参试的44个大豆品种(系)分为3大类,各类的均值参见表4,聚类分析树状图如图2。分析结果如下:

第Ⅰ类(高产型):包括9个品种(系),总体特性为主茎节数多,分枝多,单株结荚和单株粒数多,单株产量高,百粒重较高,但抗倒性较差,倒伏级别为中倒~重倒。

第Ⅱ类(高抗型):包括10个品种(系),总体特性为主茎节数少,分枝少,单株结荚少,单株粒数少,单株产量低,百粒重低,但抗倒性较好,倒伏级别为直立~轻倒。

第Ⅲ类(中间型):包括25个品种(系),总体特性为主茎节数较多,分枝少,单株结荚少,单株粒数少,单株产量较低,百粒重大,倒伏级别为轻~中级倒。

从以上分类结果可知,第Ⅱ类的抗倒伏性最强,但产量偏低,不适宜直接利用。第Ⅲ类的各性状表现在“高产型”和“高抗型”两类之间,但百粒重偏大,产量偏低,也不适宜在间作中直接利用。第Ⅰ类品种的单株荚、粒数多,产量高,在间作中能获得较高的产量,是比较适宜云南省与玉米间作的大豆品种类型。

表4 参试品种(系)各类群的特征

Table 4 The characters of cultivars in each cluster							
类群 Clusters	主茎节数 Number of nodes on main stem	分枝数 Branch	单株荚数 Pods number per plant	单株粒数 Seeds number per plant	百粒重 100-seed weight/g	倒伏性 Lodging	单株产量 Yield per plant/g
I	13.4	2.2	26.1	58.6	21.1	6.3	11.3
II	10.4	0.9	18.6	42.4	18.9	2.4	6.6
III	11.4	1.2	18.5	40.1	24.4	4.5	8.2

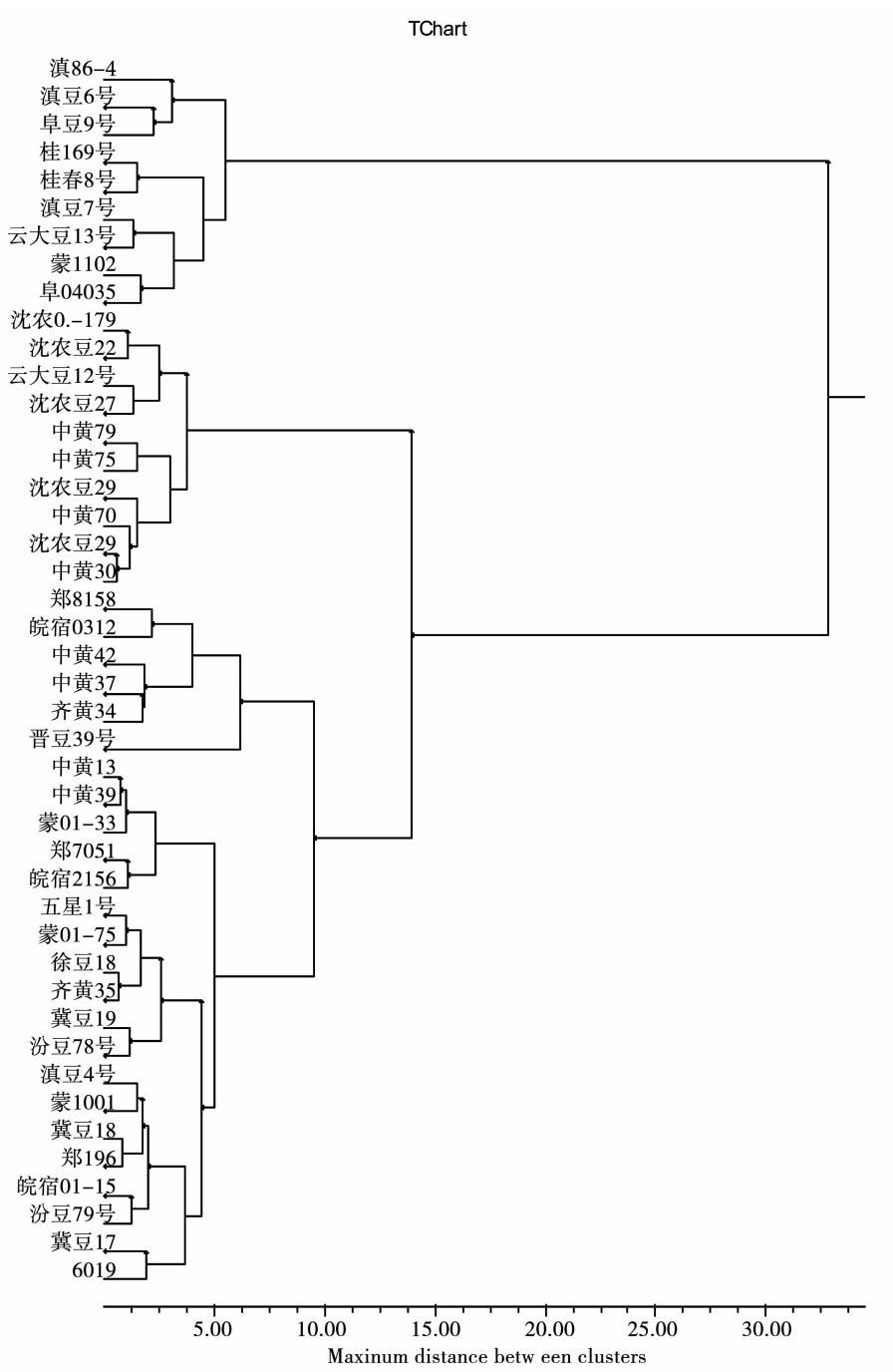


图 2 聚类图

Fig. 2 Cluster dendrogram

3 结论与讨论

通过两年的试验表明,除了广西的 2 份春大豆品种成熟期较晚外,来自辽宁、山东、北京、安徽、河南、河北、山西、江苏和湖北的 37 个大豆品种(系)均适宜在云南种植,这些品种比当地自育的 5 个大豆品种(系)早熟或熟期相当。

分析 44 个品种(系)所考察的主要农艺性状,在玉米与大豆间作条件下,变异较大的性状分别是分枝数和倒伏性,这与卜伟召等<sup>[15]</sup>的研究结果基本一致,说明间作大豆的分枝数和倒伏性两个性状的

遗传较为丰富,受环境的影响较大;而每荚粒数、主茎节数和节间长度这三个性状的变异较小,受环境的影响较小。利用灰色关联对影响间作大豆产量的相关性状的分析表明,单株粒数、主茎节数、百粒重、单株荚数、分枝数、倒伏性对大豆产量影响较大,而株高、节间长度和每荚粒数对大豆产量影响较小。因此,在筛选适宜与玉米等高秆作物间作的大豆品种时应该着重考虑单株粒数、主茎节数、百粒重等这几个性状指标值,并应与套作大豆品种筛选的方式和指标相区分<sup>[11]</sup>。因为套种时,作物的共生期较短,对套种作物的生长没有较大影响,而间

作时作物的共生期长,对矮秆间作作物的影响较大。

系统聚类分析表明同一起来源的品种几乎大多聚在了一起,但也有相同地区的品种聚不到同一类群中的现象,这说明品种类型间的遗传分枝与地理分布有一定的关系,这与李向华等<sup>[14]</sup>,游明安等<sup>[15]</sup>的研究结果相似;另外由于亲本间存在较大比例的同缘或近缘关系,所以亲缘关系的远近决定了大豆杂交后代材料的变异情况。系统聚类将44个大豆品种(系)分为了3大类。其中第Ⅰ类“高产型”,在与玉米间作时,虽然在3类中的抗倒性方面表现较弱,但能获得平均单株产量为11.3 g的高产,这些“高产型”的品种如滇豆7号、滇86-4、云大豆13号等,可以通过采取肥水控制、中耕培土和化控等栽培措施直接在生产上利用。对现有不能直接利用的优异性状种质,可作为亲本进行间接利用,以培育出适宜与玉米间作的中间材料或新品种(系)。

**致谢:**感谢中国农业科学院作物科学研究所,河北省农林科学院粮油作物研究所,安徽省农业科学院作物研究所,沈阳农业大学,安徽省阜阳市农业科学院,安徽省宿州市农业科学院,山西省农业科学院经济作物研究所,山东省农科院作物所,河南省农业科学院经济作物研究所,广西壮族自治区农业科学院经济作物研究所,中国农业科学院油料作物研究所,江苏省徐淮地区徐州农业科学研究所提供的大豆品种(系)。

参考文献

[1] 胡恒觉,黄高宝. 新型多熟种植研究[M]. 银川:甘肃科学技术出版社,1999. (Hu H J, Huang G B. The study on new multiple cropping [M]. Yinchuan: Gansu Science and Technology Press, 1999. )

[2] 周新安,年海,杨文钰,等. 南方间套作大豆生产发展的现状与对策(Ⅰ)[J]. 大豆科技,2010(3): 1-2. (Zhou X A, Nian H, Yang W Y, et al. The current situation and strategy of the production development of soybean intercropping in southern China (I) [J]. Soybean Science and Technology, 2010(3): 1-2)

[3] 周新安,年海,杨文钰,等. 南方间套作大豆生产发展的现状与对策(Ⅱ)[J]. 大豆科技,2010(4): 1-3. (Zhou X A, Nian H, Yang W Y, et al. The current situation and strategy of the production development of soybean intercropping in southern China (Ⅱ) [J]. Soybean Science and Technology, 2010(4): 1-3. )

[4] 周新安,年海,杨文钰,等. 南方间套作大豆生产发展的现状与对策(Ⅲ)[J]. 大豆科技,2010(5): 1-2. (Zhou X A, Nian H, Yang W Y, et al. The current situation and strategy of the production development of soybean intercropping in Southern China (Ⅲ) [J]. Soybean Science and Technology, 2010(5): 1-2. )

[5] 李隆,李晓林,张福锁. 小麦-大豆间作中小麦对大豆磷吸收的促进作用[J]. 生态学报,2000,20(7): 629-633. (Li L, Li X

L, Zhang F S. Facilitation of wheat to phosphorus uptake by soybean in the wheat soybean intercropping[J]. Acta Ecologica Sinica,2000,20(7): 629-633. )

[6] 苏艳红,黄国勤,刘秀英,等. 红壤旱地玉米大豆间作系统的增产增收效应及其机理研究[J]. 江西农业大学学报,2005,27(2):210-213. (Su Y H, Huang G Q, Liu X Y, et al. Studies on the mechanism of increasing yield and income of the intercropping system with maize and soybean in upland of red soil [J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2005,27(2):210-213. )

[7] 梁慕勤,潘世元,梁镇林. 大豆耐荫性的研究-Ⅱ. 不同生态区的品种、植株形态和籽粒特性与大豆耐荫性的关系[J]. 贵州农业科学,1986(3): 5-8. (Liang M Q, Pan S Y, Liang Z L. Shade tolerance research of soybean-Ⅱ. The relationship between species, plant morphology and grain characteristics and shade tolerance of soybean in different ecological areas [J]. Journal of Guizhou Agricultural Science,1986(3): 5-8. )

[8] 陈怀珠,孙祖东,杨守臻,等. 荫蔽对大豆主要性状的影响及大豆耐荫性鉴定方法研究初报[J]. 中国油料作物学报,2003(4): 80-84. (Chen H Z, Sun Z D, Yang S Z, et al. Preliminary study on the effects of shading major traits of soybean and soybean shade of identification methods [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences,2003(4): 80-84. )

[9] 朱星陶,谭春燕,陈佳琴,等. 玉米-大豆间作行距对大豆生长及品质的影响[J]. 贵州农业科学,2016,44(6):22-25. (Zhu X T, Tan C Y, Chen J Q, et al. Effects of intercropping row spacing between maize and soybean on growth and quality of soybean [J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2016,44(6):22-25. )

[10] 罗健,鲁有均,唐永金. 间作对大豆主要经济性状的影响及适宜品种筛选[J]. 作物杂志,2010(6):109-111. (Luo J, Lu Y J, Tang Y J. Effects of intercropping on soybean and selection of suitable varieties [J]. Crops,2010(6):109-111. )

[11] 张正翼,龚万灼,杨文钰,等. 套作模式下不同大豆品种(系)主要农艺性状与产量的关系[J]. 大豆科学,2007(5):680-686. (Zhang Z Y, Gong W Z, Yang W Y, et al. The relationship between different soybean varieties (lines) main agronomic traits and yield under intercropping patterns [J]. Soybean Science,2007(5): 680-686. )

[12] 卜伟召,刘鑫,魏晓玲,等. 黄淮海带状间作大豆品种的筛选与鉴定[J]. 大豆科学,2015,34(2):191-198. (Bu W Z, Liu X, Wu X L, et al. Screening and identification of Huanghuaihai strip intercropping soybean varieties [J]. Soybean Science,2015,34(2): 191-198. )

[13] 邱丽娟,常汝镇,刘章雄,等. 大豆种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006. (Qiu L J, Chang R Z, Liu Z X. et al. Descriptors and data standard for soybean (*Glycine* spp. ) [M]. Beijing:China Agriculture Press,2006. )

[14] 李向华,常汝镇. 中国春大豆品种聚类分析及主成分分析[J]. 作物学报,1998,24(3):325-332. (Li X H, Chang R Z. Cluster and principal component analysis of the spring soybean varieties in China [J]. Acta Agronomica Sinica, 1998,24(3):325-332. )

[15] 游明安,盖钧镒. 长江下游大豆地方品种的聚类分析[J]. 中国油料,1994(4):36-40. (You M A, Gai J Y. Cluster analysis of soybean varieties in lower reaches of Changjiang river [J]. Journal of Chinese Oil,1994(4):36-40. )