

甘肃省大豆主产区产量性状及品质分析

杨如萍^{1,2}, 张国宏², 王立明², 韦 瑛³, 陈光荣², 董 博², 王化俊¹

(1. 甘肃农业大学 农学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃农业科学院 旱地农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃省武威市农产品质量安全监督管理局, 甘肃 武威 733000)

摘 要:于2010和2011年对甘肃省3个大豆种植区各示范县进行了抽样调查,收集甘肃大豆不同种植区的主栽品种及产量相关数据。在此基础上分区统计,并采用多元逐步回归判断不同种植区影响大豆产量的关键因素。结果表明,各种植区大豆主要为春播,同时沿黄灌区与陇东旱塬区的部分区域存在夏播。河西灌区的种植密度显著高于沿黄灌区和陇东旱塬区。大豆单产为河西灌区最高,沿黄灌区居中,陇东旱塬区最低。在农艺和产量性状中,株高的高低排序依次为河西灌区、沿黄灌区、陇东旱塬区。陇东旱塬区的单株荚数最高,其次为河西灌区,沿黄灌区最低。单株粒数的高低排序与单株荚数的排序相反。陇东旱塬区的百粒重最高,其次是沿黄灌区,河西灌区显著低于前2个种植区。品质性状中,平均蛋白质含量高低依次为沿黄灌区、陇东旱塬区、河西灌区。脂肪含量为河西灌区最高,陇东旱塬区次之,沿黄灌区最低。蛋脂总量高低排序依次为沿黄灌区、陇东旱塬区、河西灌区。根据各种植区对产量建立的逐步回归方程的标准化回归系数来看,株高是影响河西灌区和沿黄灌区大豆产量的主要因素,影响陇东旱塬区大豆产量的首要因素为单株粒数,然后依次为种植密度、单株荚数、百粒重和株高。

关键词:甘肃;大豆;产量相关性状;品质;逐步回归

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2013)01-0050-06

Analysis on Yield and Quality Traits of Soybean in Different Planting Region of Gansu

YANG Ru-ping^{1,2}, ZHANG Guo-hong², WANG Li-ming², WEI Ying³, CHEN Guang-rong², Dong Bo², WANG Hua-jun¹

(1. College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, Gansu; 2. Dryland Agriculture Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, Gansu; 3. Agricultural Product Quality Safety Supervision and Management Station, Wuwei 733000, Gansu, China)

Abstract: The survey of technology demonstration counties in 3 soybean planting regions of Gansu was conducted in 2010 and 2011 respectively. Yield-related traits data of dominating varieties planted in Hexi irrigation area (HXIA), Yellow-River Irrigation area (YRIA) and Dry plateau of East Gansu (DPEG) was collected. After the survey, the key yield limiting factors in different regions were determined with stepwise multiple regression analysis. Results showed that soybean was mainly planted in spring in Gansu province, but in some part of YRIA and DPEG, soybean was planted in summer. Planting density of soybean in HXIA was significantly higher than that in YRIA and DPEG. Soybean yield was the highest in HXIA, middle in YRIA, and lowest in DPEG. Among the agronomic traits, HXIA, YRIA and DPEG were listed in descending order for plant height. Pod number per plant was highest in DPEG, the second in HXIA and lower in YRIA, while seed number per plant had opposite trend in different planting regions. The 100-seed weight was highest in DPEG, middle in YRIA, and significant lowest in HXIA. Protein content and total content of protein and fat all were the highest in YRIA, lowest in HXIA, while fat content had opposite trend. According to the standard regression coefficient of yield, plant height was the main factors that effected soybean yield in HXIA and YRIA. In DPEG, primary determinant factor of soybean yield was seed number per plant, followed by planting density, pod number per plant, 100-seed weight and plant height.

Key words: Gansu; Soybean; Yield-related traits; Quality; Stepwise regression

大豆既是植物蛋白质的主要来源,又是重要的牲畜饲料和工业原料,在国民经济中占有重要地位。早在1936年,甘肃的大豆面积就达13.33万hm²以上,目前保持在13.33~15.33万hm²。其中春大豆面积占60%左右,夏播大豆(多为冬油菜和冬小麦收获后复种)占40%,主要分布在陇东旱塬区、中部沿黄

灌区、河西灌区与陇南地区^[1],其中陇东旱塬区大豆种植面积较大,基本稳定在10万hm²左右。

甘肃境内的地质、降水等自然条件存在很大差别,农业发展程度也有较大差距。而针对甘肃地区的大豆研究尚属于起步阶段,目前鲜有对甘肃大豆生产状况的具体报道。为了解甘肃省不同种植区

收稿日期:2012-10-07

基金项目:农业部西北作物抗旱栽培与耕作重点开放实验室和甘肃省旱作区水资源高效利用重点实验室基金(HNSJJ-201201);农业部财政部现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04)。

第一作者简介:杨如萍(1984-),女,硕士,助理研究员,研究方向为作物遗传育种。E-mail:rupingyang@yeah.net。

通讯作者:王化俊(1963-),男,教授,主要从事小麦、大麦与马铃薯的基因分子定位与品种改良工作。E-mail:wanghj@yahoo.com。

域内大豆生产情况,2010 和 2011 年,国家大豆产业体系镇原综合试验站对所服务的 5 个示范县进行了抽样调查,收集当地主栽品种和生产田的产量相关数据。本文将收集到的播期、种植密度、单产及产量构成性状,结合国家大豆产业技术研发中心提供的样品品质测定数据,按不同种植区域进行分区统计和分析。以期掌握甘肃省不同种植区大豆的生产状况,明确各种植区影响大豆产量提高的关键因素,并为甘肃省各种植区栽培重点的调整和大豆育种目标的制定提供科学依据。

表 1 大豆生产调研样品来源
Table 1 Sources of samples for soybean production survey

种植区 Planting area	示范县 Demonstration county	产量样品数目 Sample number of yield		品质样品数目 Sample number of quality	
		2010	2011	2010	2011
河西灌区 HXIA	张掖 Zhangye	—	—	5	—
	武威 Weiwu	—	5	—	5
沿黄灌区 YRIA	靖远 Jingyuan	5	2	5	2
	会宁 Huining	—	3	—	3
陇东旱塬区 DPEG	庆城 Qingcheng	5	5	5	5
	镇原 Zhenyuan	5	5	5	5
	宁县 Ningxian	5	5	5	5

河西灌区;沿黄灌区;陇东旱塬区;下同。
HXIA;Hexi irrigation area;YRIA;Yellow-River Irrigation area;DPEG;Dry plateau of east Gansu;the same below.

表 2 大豆生产调研样品名称
Table 2 Variety samples for soybean production survey

种植区 Planting area	示范县 Demonstration county	产量 Yield		品质 Quality	
		2010	2011	2010	2011
河西灌区 HXIA	张掖 Zhangye	—	—	晋豆 19	—
		—	—	中黄 30	—
		—	—	98-7	—
沿黄灌区 YRIA	武威 Wuwei	—	一棵树	—	一棵树
		—	中黄 30	—	中黄 30
		—	—	—	—
	靖远 Jingyuan	东大 2 号	冀豆 12	东大 2 号	冀豆 12
		冀豆 12	中黄 39	冀豆 12	中黄 39
		中黄 30	—	中黄 30	—
	会宁 Huining	—	冀豆 17	—	冀豆 17
		—	晋豆 23	—	晋豆 23
		—	中黄 30	—	中黄 30
陇东旱塬区 DPEG	庆城 Qingcheng	汾豆 17	中黄 30	汾豆 17	中黄 30
		晋大 53	—	晋大 53	—
		晋大 74	—	晋大 72	—
		辽豆 15	—	辽豆 15	—
		铁丰 29	—	铁丰 29	—
	镇原 Zhenyuan	汾豆 17	一炷香	汾豆 17	一炷香
		汾豆 63	60 天大豆	汾豆 63	60 天大豆
		冀豆 17	冀豆 17	冀豆 17	冀豆 17
		晋豆 23	晋豆 23	晋豆 23	晋豆 23
		中黄 30	鲁 96150	中黄 30	鲁 96150
	宁县 Ningxian	华育 2 号	东大 3 号	华育 2 号	东大 3 号
		晋豆 15	冀豆 17	晋豆 15	冀豆 17
		晋豆 23	中黄 30	晋豆 29	中黄 30
		中黄 30	—	中黄 30	—
		中黄 39	—	中黄 39	—

1 材料与方法

1.1 数据采集

2010 年收集到 20 个地块的产量数据,涉及 14 个育成品种;品质样品共 25 份,涉及 17 个育成品种。2011 年共收集 25 个地块的产量数据和 25 份品质样品,涉及 7 个育成品种和 3 个地方品种。产量数据及品质样品的具体收集来源见表 1,涉及品种见表 2。

产量数据及品质样品收集时采用 5 点取样法,即在每个取样地块的四角和中央各随机取 1 个点,每个样点离地头 5 m 以上,面积不少于 2 m²,每个样点取 15 株考种。大豆产量要求实打实收,在无法实收计产时采用以下公式计算:

单产(kg) = {[单位面积株数 × 单株粒数 × 百粒重(g)]/10⁵} × 0.85。

1.2 品质测定

蛋白质及脂肪含量采用 MATRIX™-I 型车载

傅立叶变换近红外光谱仪测定,由国家大豆产业技术研发中心测定并提供。

1.3 数据分析

数据统计采用 Excel 2007 和 SPSS 19.0 软件,显著性分析采用 Duncan 法,并逐步回归分析(候选变量 F 值的 P 值范围为 0.01 ~ 0.10)^[3]。

2 结果与分析

2.1 不同种植区大豆的播种期

根据不同种植区的最早和最晚播种时间(表 3)分析,河西灌区大豆播种是在 4 月下旬至 5 月上旬,沿黄灌区和陇东旱塬区播种时间跨度则相对较大,说明这 2 个种植区存在夏播大豆。从平均播期来看,甘肃 3 个种植区中大豆主要为春播,河西灌区播种最早,沿黄灌区居中,陇东旱塬区最迟。陇东地区有较大面积的夏播大豆,并且该区每年存在不同程度的春旱导致大豆播期延迟,这使陇东旱塬区的平均播期较晚。

表 3 不同种植区的大豆播种期(月-日)

Table 3 Sowing dates of different planting area of Gansu (Month-day)

种植区 Planting area	年份 Year	最早 Earliest	最晚 Latest	平均 Mean
河西灌区 HXIA	2010	—	—	—
	2011	4-24	5-5	4-29
沿黄灌区 YRIA	2010	4-12	6-10	5-4
	2011	4-18	4-20	4-19
陇东旱塬区 DPEG	2010	5-1	7-10	5-25
	2011	5-1	6-25	5-6

2.2 不同种植区的大豆种植密度

如表 4 所示,河西灌区大豆种植密度最高,为 234 312 株·hm⁻²,显著高于沿黄灌区和陇东旱塬区。沿黄灌区和陇东旱塬区大豆种植密度分别为 178 500 和 171 619 株·hm⁻²,二者差异不显著。对于种植密度的变异系数,河西灌区最小,沿黄灌区

居中,陇东旱塬区最大。种植密度的差异主要是由于耕作方式与播期的不同所导致。河西灌区主要为春播套作;沿黄灌区为春播套作,也存在春播单作,个别地区有夏播单作;陇东旱塬区有春播单作和夏播单作。同时春旱会影响播种质量并导致原有的种植密度下降。

表 4 不同种植区的大豆种植密度

Table 4 Plant density of different planting area of Gansu

种植区 Planting area	平均 Mean/plants·hm ⁻²	范围 Range/plants·hm ⁻²	标准偏差 Std. D	变异系数 CV/%
河西灌区 HXIA	234312.00 a	242235-218670	10272.32	4.38
沿黄灌区 YRIA	178500.00 b	225000-105000	43846.32	24.56
陇东旱塬区 DPEG	171619.00 b	315000-100005	55470.72	32.32

同一性状数值后不同字母代表 0.05 水平差异显著;下同。

Values of the same trait followed by different letters are significantly different at 0.05 level, the same below.

2.3 不同种植区的大豆产量状况

河西灌区的大豆单产为 2 953.20 kg·hm⁻²,显著高于陇东旱塬区(2 286.00 kg·hm⁻²)。沿黄灌区

(2 716.50 kg·hm⁻²)居中,与其他 2 个种植区的单产无显著差异(表 5)。根据产量分布范围来看,沿黄灌区存在最高单产,且跨度最大,说明该种植区

具有大豆超高产开发的良好潜力。播期与耕作方式对大豆产量存在影响。从变异系数来看,存在春夏两播的陇东旱塬区大豆产量的变异系数最大(27.79%),其春播平均产量为2 514.03 kg·hm⁻²,夏播条件下为1 596.08 kg·hm⁻²;其次是存在套作

与单作两种种植模式的沿黄灌区(25.93%)其单作模式下平均产量为2 968.13 kg·hm⁻²,套作模式下为2 548.75 kg·hm⁻²;而播期与耕作方式较为单一的河西灌区,产量的变异系数最小(8.18%)。

表 5 不同种植区的大豆产量
Table 5 Soybean yield in different planting area of Gansu

种植区 Planting area	平均 Mean/kg·hm ⁻²	范围 Range/kg·hm ⁻²	标准偏差 Std. D	变异系数 CV/%
河西灌区 HXIA	2953.20 a	3153.00-2562.00	241.50	8.18
沿黄灌区 YRIA	2716.50 ab	3801.00-1588.50	704.29	25.93
陇东旱塬区 DPEG	2286.00 b	3150.00-1062.00	635.29	27.79

2.4 不同种植区大豆产量相关性状

由表 6 可知,平均株高,河西灌区最高(79.42 cm),其次是沿黄灌区(75.96 cm),且二者显著高于陇东旱塬区(56.18 cm)。株高变异范围沿黄灌区最大,其次陇东旱塬区,河西灌区最小。株高的最大值出现在沿黄灌区(冀豆 12,110.00 cm),陇东旱塬区春播和夏播大豆的平均株高分别为 61.32 和 43.91 cm。

单株荚数陇东旱塬区最多(36.91),其次为河西灌区(36.70),沿黄灌区最少(36.63),平均单株

粒数在 3 个种植区的排序与单株荚数恰好相反,各种植区间单株荚数与单株粒数的差异均不显著。沿黄灌区和陇东旱塬区单株荚数与单株粒数的变异幅度均明显高于河西灌区。

百粒重陇东旱塬区最高(22.14 g),其次是沿黄灌区(22.00 g),且二者显著高于河西灌区(18.48 g)。从分布范围来看,甘肃大豆百粒重主要在大粒(18~24 g)^[3]范围内,其中陇东旱塬区和沿黄灌区涉及中粒(12~18 g)、大粒和特大粒(24~30 g),河西灌区涉及中粒和大粒范围。

表 6 不同种植区的大豆产量相关性状
Table 6 Yield-related traits of soybean in different planting area of Gansu

性状 Trait	种植区 Planting area	平均 Mean	范围 Range	标准偏差 Std. D	变异系数 CV/%
株高 Plant height/cm	河西灌区 HXIA	79.42 a	82.40-75.50	2.67	3.36
	沿黄灌区 YRIA	75.96 a	110.00-47.40	22.68	29.86
	陇东旱塬区 DPEG	56.18 b	85.00-33.00	14.26	25.38
单株荚数 Seeds per plant	河西灌区 HXIA	36.70 a	42.50-31.30	4.40	11.99
	沿黄灌区 YRIA	36.63 a	81.30-21.40	17.88	48.82
	陇东旱塬区 DPEG	36.91 a	69.00-12.50	15.77	42.72
单株粒数 Pods per plant	河西灌区 HXIA	81.18 a	96.40-70.40	10.94	13.47
	沿黄灌区 YRIA	86.70 a	174.60-50.80	36.84	42.50
	陇东旱塬区 DPEG	74.79 a	126.20-20.00	33.51	44.81
百粒重 100-seed weight/g	河西灌区 HXIA	18.48 b	21.10-15.10	2.30	12.47
	沿黄灌区 YRIA	22.00 a	25.50-17.60	2.70	12.26
	陇东旱塬区 DPEG	22.14 a	28.20-17.20	2.96	13.36

2.5 不同种植区大豆的品质性状

如表 7 所示,甘肃各种植区的大豆平均蛋白质含量总体偏低。沿黄灌区大豆的平均蛋白质含量(41.83%)最高,其次是陇东旱塬区(40.71%),二者显著高于河西灌区(37.81%)。就分布范围来看,沿黄灌区和陇东旱塬区存在高蛋白(>45%)^[4]品种。其中沿黄灌区的冀豆 12(46.64%),陇东旱塬区的辽豆 15(46.68%)、晋豆 15(45.47%)和汾豆 63(45.01%)蛋白质含量较高。

脂肪含量河西灌区(21.09%)显著高于陇东旱塬区(20.23%)和沿黄灌区(19.63%)。陇东旱塬区的极差最大(6.02%),河西灌区最小(3.5%)。

河西灌区的高脂肪品种(>21%)^[5]有中黄 30(22.17%);沿黄灌区有冀豆 17(22.00%)、晋豆 23(21.53%)和中黄 30(21.72%);陇东旱塬区有中黄 30(22.09%)。

沿黄灌区大豆的蛋脂总量(61.46%)最高,其次是陇东旱塬区(60.94%),且二者均显著高于河西灌区(58.89%)。从蛋脂总量分布范围来看,陇东旱塬区的极差(11.81%)最大,沿黄和河西灌区相对较小,分别为 6.07%和 5.82%。沿黄灌区和陇东旱塬区存在蛋脂总量大于 63%的品种,但调查未发现真正达到双高标准^[4-5](蛋白质含量>40%,脂肪含量>20%,蛋脂总量>63%)的品种。

表 7 不同种植区的大豆品质
Table 7 Quality of soybean in different planting area of Gansu

性状 Trait/%	种植区 Planting area	平均 Mean	范围 Range	标准偏差 Std. D	变异系数 CV/%
蛋白质 Protein	河西灌区 HXIA	37.81 b	41.52-33.28	2.61	6.99
	沿黄灌区 YRIA	41.83 a	47.02-37.08	3.80	9.27
	陇东旱塬区 DPEG	40.71 a	46.68-34.99	3.39	8.33
脂肪 Fat	河西灌区 HXIA	21.09 a	22.53-19.03	1.25	5.91
	沿黄灌区 YRIA	19.63 b	22.08-17.49	1.83	9.56
	陇东旱塬区 DPEG	20.23 b	23.30-17.28	1.78	8.80
蛋脂总量 Protein + Fat	河西灌区 HXIA	58.89 b	61.63-55.81	1.59	2.69
	沿黄灌区 YRIA	61.46 a	64.51-58.44	2.23	3.72
	陇东旱塬区 DPEG	60.94 a	64.70-52.89	2.29	3.65

2.6 各种植区大豆产量的逐步回归分析

将调查所涉及大豆的各个性状为自变量,采用逐步回归,分析甘肃各种植区影响大豆产量的关键因素。在建立回归模型时,河西灌区的大豆产量回归方程达到了显著水平,其他 2 个种植区均达到了极显著水平(表 8)。河西灌区逐步回归方程的判定

系数 R^2 为 0.79,这就说明该区域大豆产量 79% 的变异是由株高影响的。入选沿黄灌区回归方程的自变量为株高,回归方程的判定系数达到 0.67。陇东旱塬区回归方程的判定系数为 0.91,入选方程的自变量是株高、单株荚数、单株粒数、百粒重及种植密度。

表 8 不同种植区大豆产量的回归方程

Table 8 Stepwise regression equations of soybean yield from different planting area of Gansu

种植区 Planting area	逐步回归方程 Stepwise regression equation	复相关系数 R	判定系数 R^2	F 值 F value	显著水平 Probability
河西灌区 HXIA	$Y = 80.56 x_1 - 3444.56 + \varepsilon$	0.89	0.79	11.45	0.04
沿黄灌区 YRIA	$Y = 25.33 x_1 + 792.58 + \varepsilon$	0.82	0.67	15.89	0.00
陇东旱塬区 DPEG	$Y = 8.87 x_1 + 18.26 x_2 + 14.15 x_3 + 73.17 x_4 + 0.01 x_5 - 2721.15 + \varepsilon$	0.95	0.91	48.17	0.00

Y:产量; x_1 :株高; x_2 :单株荚数; x_3 :单株粒数; x_4 :百粒重; x_5 :密度; x_6 :播期
Y:Yield; x_1 :Plant height; x_2 :Pod number per plant; x_3 :Seed number per plant; x_4 :100-seed weight; x_5 :Plant density; x_6 :Sowing date

由于回归方程中自变量单位的不同,使得到的回归系数存在不同的量纲。因此,回归系数的大小只能表明自变量与因变量在数量上的关系,而无法衡量各自变量在回归方程中的重要性。而标准化回归系数^[6-7]消除了量纲的影响,可作为判断各自变量对因变量影响程度的重要判断指标。由表 9 可知,株高是影响河西灌区和沿黄灌区大豆产量的主要影响因素。陇东旱塬区入选性状的标准化回归系数的大小顺序为:单株粒数>种植密度>单株荚数>百粒重>株高。说明该种植区影响大豆产量最重要的因素是单株粒数,其次是种植密度和单株荚数,最后是百粒重和株高。

3 讨论

河西灌区为甘肃省大豆高产区,但由于气候的特殊性,单作模式下提高大豆产量的空间不大,所以该区应着重推广间套作。虽然目前间套作模式下,大豆产量相对低于单作模式,但较单作可显著提高经济效益。沿黄灌区存在春夏两播,但夏播大

豆面积并不大,该区域种植大豆的主流模式亦为间套作,单作较为少见。陇东地区由于播种季节存在不同程度的干旱,缺苗断垄甚至无法下种的局面时有发生,加之该区域田间管理粗放,所以普遍单产较低。
根据逐步回归分析的结果来看,株高是影响河西灌区与沿黄灌区大豆产量的主要因素。这 2 个区域,在种植大豆时可选择具有亚有限或无限结荚习性的品种,合理施肥配比,增施有机肥,在适宜的范围内增加种植密度^[8-9],播后及时查苗补种。间套作模式下,应注意不同作物以及品种的搭配,充分考虑水分、养分及光照的供需矛盾,减少不同作物间因荫蔽而造成的减产^[10]。影响陇东旱塬区大豆产量的首要因素是单株粒数,其次是种植密度,该区可采用秋覆膜、全膜覆土以及全膜双垄沟播等良法保蓄有限水分,改善土壤墒情,提高出苗率^[11-12]。并在此基础上,适期早播,规范播种技术,提高播种匀度,防止缺苗断垄。合理增肥,平衡施肥配比,以促进大豆营养体生长,同时选择分枝多、繁茂、粒型稍大的品种,保证陇东旱塬区大豆的高产稳产。

表 9 不同种植区大豆产量的逐步回归分析

Table 9 Stepwise regression analysis of soybean yield from different planting area of Gansu

种植区 Planting area	性状 Trait	未标准化回归系数		标准化回归系数	T 值 T value	显著水平 Sig.
		Unstandardized Coefficients				
		回归系数 B	标准误 Std. error			
河西灌区	常数项 Constant	-3444.56	1891.33	-	-1.82	0.17
HXIA	株高 Plant height	80.56	23.80	0.89	3.38	0.04
沿黄灌区	常数项 Constant	792.58	501.58	-	1.58	0.15
YRIA	株高 Plant height	25.33	6.35	0.82	3.99	0.00
陇东旱塬区	常数项 Constant	-2721.15	525.92	-	-5.17	0.00
DPEG	单株荚数 Pods per plant	18.26	9.13	0.45	2.00	0.06
	密度 Plant density	0.01	0.00	0.59	5.97	0.00
	百粒重 100-seed weight	73.17	14.79	0.34	4.95	0.00
	单株粒数 Seeds per plant	14.15	4.16	0.75	3.41	0.00
	株高 Plant height	8.87	4.21	0.20	2.11	0.05

今后甘肃大豆产业的发展应侧重以下 2 个方面:一是在河西灌区与沿黄灌区大力推广间套种模式,深入研究间套作模式机理,寻找作物间不同品种的最佳搭配,使在有限的种植条件下达到最大经济效益;二是加快抗旱育种工作进程,发掘优良的抗旱保墒种植模式,为甘肃省大豆规模性的种植推广与各地区的高稳产打好基础。

致谢:本文得到了中国农业科学院作物科学研究所国家大豆产业技术研发中心的韩天富老师、吴存祥老师及宋雯雯师姐的指导与帮助,在此向各位致以最诚挚的谢意。

参考文献

- [1] 张国宏,倪胜利,王立明,等. 甘肃省大豆生产现状及发展对策[J]. 甘肃农业科技,2009(8):39-41. (Zhang G H, Ni S L, Wang L M, et al. Productive status and develop proposal of Gansu soybean[J]. Gansu Agriculture Science and Technology, 2009(8): 39-41.)
- [2] 汪冬华. 多元统计分析与 SPSS 应用[K]. 上海:华东理工大学出版社,2010:115-118. (Wang D H. Multivariate statistical analysis with SPSS applications[K]. Shanghai: East China University of Science and Technology Press, 2010:115-118.)
- [3] 常汝镇. 栽培大豆种质资源[M]//王连铮. 大豆研究 50 年[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2010:32-35. (Chang R Z. Cultivated soybean germplasm resources[M]//Wang L Z. Soybean research for 50 years[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2010:32-35.)
- [4] 朱志华,李为喜,刘三才,等. 2002 年我国大豆(*Glycine max*)品种及种质资源的蛋白质和脂肪含量分析[J]. 植物遗传资源学报,2003,4(2):157-161. (Zhu Z H, Li W X, Liu S C, et al. Investigation on quality characters of soybean (*Glycine max*) varieties and germplasm grown in 2002[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2003, 4(2):157-161.)
- [5] 朱志华,李为喜,刘三才,等. 我国大豆品质现状及对策[J]. 现代科学仪器,2005(1):80-83. (Zhu Z H, Li W X, Liu S C, et al. Quality status of Chinese soybean and improvement proposal

[J]. Modern Scientific Instruments, 2005(1):80-83.)

- [6] 王海燕,杨方廷,刘鲁. 标准化系数与偏相关系数的比较与应用[J]. 数量经济技术经济研究,2006,23(9):150-155. (Wang H Y, Yang F T, Liu L. Comparison and application of standardized regressive coefficient & partial correlation coefficient[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2006, 23(9): 150-155.)
- [7] 刘廷辉. 食用大麦八个农艺性状与其产量的多元回归分析[J]. 大麦科学,2004(1):7-9. (Liu T H. Multiple regression analysis of barley of eight agronomic traits and production[J]. Barley Science, 2004(1):7-9.)
- [8] 王程,刘兵,金剑,等. 密度对大豆农艺性状及产量构成因素空间分布特征的影响[J]. 大豆科学,2008,27(6):936-942, 948. (Wang C, Liu B, Jin J, et al. Influences of planting density on agronomic traits and spatial distribution of yield components across main stem in soybean[J]. Soybean Science, 2008, 27(6): 936-942, 948.)
- [9] 张晓艳,杜吉到,郑殿峰. 密度对大豆群体冠层结构及光合特性的影响[J]. 干旱地区农业研究,2011,29(4):75-80. (Zhang X Y, Du J D, Zheng D F. Effect of density on canopy structure and photosynthetic characteristics in soybean population[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2011, 29(4):75-80.)
- [10] 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,2003,25(4):78-82. (Chen H Z, Sun Z D, Yang S Z, et al. Effect of shading on major characters of soybean and preliminary study on the identification method of soybean shade endurance[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2003, 25(4):78-82.)
- [11] 王立明,陈光荣,张国宏,等. 黄土塬区旱作大豆覆膜保水技术效果研究[J]. 作物杂志,2011(6):95-98. (Wang L M, Chen G R, Zhang G H, et al. Effects of mulching and water conservation technology for soybean in the rainfed highland of the loess plateau[J]. Crops, 2011(6):95-98.)
- [12] 侯慧芝,吕军峰,张绪成,等. 陇中半干旱区全膜覆土穴播小麦的土壤水分及产量效应[J]. 作物杂志,2010(1):21-25. (Hou H Z, Lv J F, Zhang X C, et al. Effects of film-mulched soil and bunch-seeded wheat in semi-arid region on soil moisture content and grain yield[J]. Crops, 2010(1):21-25.)