

结瘤性状不同基因型大豆对接花生根瘤菌 *Spr2-9* 的响应

于晓波^{1,2}, 向达兵¹, 杨文钰¹, 张明荣², 吴海英²

(1. 四川农业大学 农学院, 四川 雅安 625014; 2. 南充市农业科学研究所, 四川 南充 637000)

摘 要:为探讨结瘤性状不同基因型大豆对接花生根瘤菌 *Spr2-9* 的响应, 采用 *celB* 基因检测法研究根瘤菌对不同基因型大豆的侵染效果和不同基因型大豆在接种后盛花期植株生长及固氮能力的变化。结果表明: *nts1007* 的瘤鲜重、氮素百分含量和单株氮素含量在不接种与接种时均为最高, 瘤鲜重分别为 $4.7702 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$ 和 $4.7401 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$; 氮素百分含量分别为 2.20% 和 2.29%, 极显著地高于其它基因型; 单株氮素含量分别为 $489.12 \text{ mg} \cdot \text{株}^{-1}$ 和 $528.41 \text{ mg} \cdot \text{株}^{-1}$, 极显著地高于 *nod139*。 *nts1007* 在接种后单瘤重显著降低, 而瘤鲜重、氮素百分含量和单株氮素含量无显著变化。 *nod139* 受其基因型控制, 无论接种与否始终表现为不结瘤, 且各项指标均表现为极显著地低于其它基因型。 Bragg 的 SPAD 和植株干重对接的响应较其它基因型更为敏感, 接种后 SPAD 和植株干重的增幅分别为 16.99% 和 8.18%。 贡选 1 号的单株氮素含量在接种后增幅达到了 22.76%, 表明其单株氮素含量对接的响应较其它基因型更为敏感。

关键词:大豆; 基因型; 根瘤; 氮素; 接种

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2010)01-0041-05

Response of Soybean Genotypes with Different Nodulation Traits to Peanut Rhizobia *Spr2-9* Inoculation

YU Xiao-bo^{1,2}, XIANG Da-bing¹, YANG Wen-yu¹, ZHANG Ming-rong², WU Hai-ying²

(1. College of Agronomy, Sichuan Agricultural University, Ya'an, 625014; 2. Nanchong Institute of Agricultural Sciences, Nanchong 637000, Sichuan, China)

Abstract: The peanut rhizobia *Spr2-9* was inoculated to soybean *ragg*, its mutant line *nts1007*, a supernodulator, and *nod139*, a nonnodulator, as well as a local cultivar Gongxuan 1. The changes of plant growth and nitrogen-fixing ability of different genotype soybean were investigated after inoculation at full flowering stage. Whether inoculation or not, *nts1007* had highest nodule fresh weight, nitrogen percent content and nitrogen content per plant, the nodule fresh weight and nitrogen percent content of *nts1007* were significantly higher than other genotype soybeans, and nitrogen content per plant were significantly higher than *nod139*. After inoculation, the *nts1007* have a significant reduction in single nodule weight, but the nodule fresh weight, nitrogen percent content and nitrogen content per plant had no significant changes. The *nod139* had no nodule whether inoculation or not, and its nodulation traits were significant lower than other genotypes. The SPAD and plant dry weight of Bragg were more sensitive to inoculation than other genotypes, which increased by 16.99% and 8.18% after inoculation. The nitrogen content per plant of Gongxuan 1 increased by 22.76% after inoculation, which indicated it was more sensitive in response of nitrogen content per plant to inoculation than other soybean genotypes.

Key words: Soybean; Genotype; Nodule; Nitrogen; Inoculation

大豆是一种重要的养地作物, 它可以通过生物固氮将空气中的游离氮转变为化合氮。目前, 生物固氮的固氮量已达 2 亿 t, 其中豆科植物固定的氮占生物固氮量的 65% 以上^[1], 这极大的缓解了能源压力, 减轻了过多施用化肥对环境造成的污染^[2]。因

此, 研究豆科作物的生物固氮及其固氮能力对农业生产和自然界中的氮素平衡具有重要的现实意义。

为了充分发挥大豆的固氮作用, 提高大豆的固氮能力。20 世纪 80 年代中期由 Carroll 等通过对常规栽培种 Bragg 诱变产生了具有特殊结瘤能力的大

收稿日期: 2009-08-22

基金项目: 现代大豆产业技术体系专项资助项目 (nycyt-x-004); 丰产科技工程专项资助项目 (2006BAD02A05)。

第一作者简介: 于晓波 (1984-), 男, 在读硕士, 研究方向为作物高产优质高效栽培理论与技术。E-mail: bo0524@163.com。

通讯作者: 杨文钰, 教授, 博士生导师。E-mail: wenyu.yang@263.net。

豆品系^[3-4],其中 *nts*(超强结瘤)表现出了极强的结瘤能力和固氮能力,而 *nod* 始终表现为不结瘤。该试验旨在通过引进并研究几个结瘤性状不同基因型大豆在当地条件下对接种花生根瘤菌 *Spr2-9* 的响应,筛选出生长状况良好、固氮能力较强的品种,为生产上利用超结瘤大豆提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2007 年 5 月~10 月在四川农业大学教学农场进行,前作为小麦。试验地基础肥力为:有机质 24.40 g·kg⁻¹、全氮 1.33 g·kg⁻¹、全磷 5.05 g·kg⁻¹、全钾 26.16 g·kg⁻¹、速效氮 176.88 mg·kg⁻¹、速效钾 129.59 mg·kg⁻¹、速效磷 38.85 mg·kg⁻¹。大豆品种为 *nts1007*(强结瘤品种)、*nod139*(不结瘤品种)及其亲本 Bragg,由澳大利亚 ARC 研究中心提供;大豆品种贡选 1 号,由自贡农科所提供;*celB* 基因标记的花生根瘤菌 *Spr2-9*,由四川农业大学微生物实验室提供。

采用二因素随机区组设计,3 次重复。A 因素为接种处理,分别为 A1:不接种、A2:接种 *celB* 基因标记的花生根瘤菌;B 因素为基因型,分别为 B1: *nts1007*(强结瘤)、B2: *nod139*(不结瘤)、B3: Bragg(亲本)、B4:贡选 1 号。小区面积为 1 m²,每小区 3 行,行距 40 cm;每行 4 穴,穴距 33 cm,穴留苗 2 株。小区之间挖隔离沟(0.1 m×0.1 m)。在播种时将菌液灌入穴内,每穴 2.5 mL,菌液含菌量为 10⁹个·mL⁻¹。

1.2 测定项目与方法

盛花期每小区随机取样 6 株,测定株高、总瘤数、蓝瘤数、单株瘤重。蓝瘤数的计算方法是:因供试根瘤菌经 *celB* 基因成功标记,按文献[5]方法处理根系后,供试根瘤菌形成的根瘤变为蓝色,土著根瘤菌形成的根瘤不变蓝,从而原位直观地计数蓝瘤数。每小区挂牌 10 株测定倒二叶 SPAD 值。取样植株剪去根系,105℃杀青 60 min,再 65℃烘干至恒重。地上植株样品采用凯氏定氮法测定植株全氮^[6]。

1.3 数据分析

利用 Excel 2003 和 DPS 软件进行数据统计分析。差异显著性用 LSD 法。

2 结果与分析

2.1 接种与不接种对不同基因型大豆结瘤和竞争结瘤的影响

由表 1 可知,接种与否对不同基因型大豆瘤鲜重均无显著影响。无论是接种还是不接种,不同基因型间瘤鲜重均有极显著差异,且均以 B1 最高,分别为 4.7702 g·株⁻¹和 4.7401 g·株⁻¹,极显著地高于 Bragg 和贡选 1 号,但 Bragg 和贡选 1 号之间无显著差异。在单瘤重方面,接种与否对 B1 有显著影响,对 B3、B4 均无显著影响,不接种 B1 的单瘤重为 6.1973 mg,显著高于接种后的 5.6896 mg,比接种后高 8.92%,表明接种处理显著降低了 B1(*nts1007*)的单瘤重,接种处理后 B1(*nts1007*)的中、小瘤数目较多(图 1)。

表 1 不同基因型大豆盛花期的根瘤性状

Table 1 Root nodule character of various genotype soybean in the full blossom stage

项目 Item	处理 Treatment	B1	B2	B3	B4
瘤鲜重 Nodule fresh weight/g	A1	4.7702Aa	—	3.1759Bb	2.9327Bb
	A2	4.7401Aa	—	3.3506Bb	3.0216Bb
	平均 Average	4.7552Aa	—	3.2632Bb	2.9772Bb
单瘤重 Single nodule	A1	6.1973ABa	—	6.4786Aa	6.4846Aa
	A2	5.6896Bb	—	6.0571ABab	6.0540ABab
	平均 Average	5.9343Ab	—	6.2684Aa	6.2693Aa
根瘤数 Root nodule number	A1	385.33Aa	—	246.17Bbc	226.33Bc
	A2	409.17Aa	—	276.50Bb	249.50Bbc
	平均 Average	396.00Aa	—	261.50Bb	238.17Bb
蓝瘤数 Blue nodule number	A2	19.67	—	29.33	23.67
占瘤率 Occupy nodule ratio/%	A2	4.73	—	10.61	9.49

小写字母和大写字母分别表示 5% 和 1% 的显著水平,下同。

Lowercase and capital letters represent significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively. The same as below.

接种的大豆根瘤

Inoculation and no inoculation

表 1 还可看出,接种与否对各基因型大豆根瘤数无显著影响。但接种后 *nts1007*、Bragg 和贡选 1 号经花生根瘤菌 *Spr2-9* 侵染后,均有蓝瘤产生,表

明花生根瘤菌 *Spr2-9* 对其均能侵染。其中,超级结瘤大豆 B1 (*nts1007*) 蓝瘤数最少,占瘤率最低,分别为 19. 67 个,4. 73%, B3 (Bragg) 最高,分别为 29.33 个,10. 61%, 贡选 1 号次之。表明供试菌株对超强结瘤大豆 B1 的竞争结瘤能力最低,原因是其超级结瘤能力来自于 GmNARK 的缺失而导致的结瘤自动调控能力(AON)的缺失^[7-8],而对外来菌株的侵染不敏感。

2.2 基因型与接种对盛花期植株生长的影响

不同基因型间大豆主茎高、SPAD、植株干重存在显著差异(表 2)。从主茎高看,不同基因型大豆对接种的响应无显著差异,接种前后表现均一致。接种与不接种均以 B4(贡选 1 号)最高,分别为 50.55 cm 和 51.22 cm,其次表现为 B3 > B1 > B2。B4 与 B1(*nts1007*)、B2(*nod139*)间差异分别达显著

和极显著水平,与 B3(Bragg)无显著差异,但亲本 B3(Bragg)与 B2(*nod139*)差异达极显著水平。

从 SPAD 看,各基因型大豆间 B4(贡选 1 号)在接种前后均为最高,B2(*nod139*)均为最低。不接种情况下,B4(贡选 1 号)最高,为 37.40,显著高于 B3(Bragg),极显著高于 B2(*nod139*);接种情况下,B3(Bragg)的 SPAD 显著增加,其它基因型品种对接种则无明显的反应,各基因型间的差异与不接种趋势一致。由此表明 B3(Bragg)在 SPAD 上对接种的表现较其他基因型品种更为敏感。

从植株干重看,接种情况下 B3(Bragg)品种显著增加了植株干重,而接种对 B1(*nts1007*)、B2(*nod139*)和 B4(贡选 1 号)的植株干重无显著影响。无论不接种与接种,B3(Bragg)植株干重均最高,分别为 25.87g·株⁻¹和 28.15 g·株⁻¹, B2(*nod139*)则均为最低。B3(Bragg)和 B4(贡选 1 号)无论接种与否均极显著的高于 *nts1007* 和 *nod139*,*nts1007* 极显著高于 *nod139*。由此表明不同基因型品种植株干重对接种的响应不同,以 B3(Bragg)最为敏感,接种后显著增加了植株干重,增幅为 8.81%。

表 2 不同基因型大豆盛花期主茎高、SPAD、植株干重
Table 2 Main stem height, SPAD and plant's dry weight of various genotype soybean in the stage of full blossom

项目 Item	处理 Treatment	B1	B2	B3	B4	平均 Average
主茎高 Main stem height/cm	A1	43.21 ABbc	38.52 Bc	45.76 ABab	50.55 Aa	44.51 Aa
	A2	41.94 ABbc	37.79 Bc	46.62 ABab	51.22 Aa	44.39 Aa
	平均 Average	42.58 Aa	38.16 ABab	46.19 BCbc	50.89 Cc	
SPAD	A1	34.50 ABab	18.30 Cc	31.20 Bb	37.40 ABa	30.40 Ab
	A2	36.10 ABa	19.40 Cc	36.50 ABa	38.60 Aa	32.70 Aa
	平均 Average	35.30 Aab	18.90 Bc	33.90 Ab	38.00 Aa	
干重 Dry weight/ g·plant ⁻¹	A1	21.55 Dc	8.57 Ed	25.87 ABb	24.69 BCb	20.54 Ab
	A2	21.68 CDc	7.85 Ed	28.15 Aa	27.82 ABab	21.66 Aa
	平均 Average	22.61 Bb	8.21 Cc	27.45 Aa	26.14 Aa	

2.3 不同基因型大豆盛花期植株氮百分含量和单株氮素含量

由表 3 可知,同一基因型品种在不接种与接种情况下氮素百分含量无显著差异。各基因型间氮素百分含量存在显著差异,但其不受接种影响,接种与不接种表现一致。在不接种情况下,B1(*nts1007*)的氮素百分含量最高,为 2.20%,极显著高于 B3(Bragg)、B2(*nod139*)和 B4(贡选 1 号),其次表现为 B3 > B4, B2(*nod139*)最低,极显著低于 B3(Bragg)和 B4(贡选 1 号);接种情况下,各基因型大豆间差异与不接种情况下一致。由此表明,各基因

型大豆在单株氮素含量上均对接种响应不敏感。

表 3 还可以看出,同一基因型品种单株氮素量在不接种与接种情况下与氮素百分含量表现一致,无显著差异,而不同基因型品种却对接种响应程度不同。在不接种情况下,单株氮素含量以 B1(*nts1007*)最高,为 489.12 mg·株⁻¹,其次表现为 B3 > B4 > B2,极显著高于 B2 品种,比 B2 高 430.44%, B3、B4 也极显著地高于 B2, B3、B4 间差异不显著;接种情况下,单株氮素含量以 B3(Bragg)最高,为 545.99 mg·株⁻¹,其次表现为 B1 > B4 > B2,极显著地高于 B2 品种,比 B2 高 504.51%, B1、

B4 也极显著地高于 B2, B1、B4 间无显著差异。通过分析还可以看出, B3(Bragg) 接种后单株氮素含量较不接种增加了 16. 85%, B1 增幅为 8. 03%, 而

B2(*nod139*)增加了 1. 20%, B4(贡选 1 号)增加了 22. 76%。由此表明, B4(贡选 1 号)对接种的响应较其它品种更为敏感, 其次表现为 B3 > B1 > B2。

表 3 不同基因型大豆盛花期植株氮百分含量和单株氮素含量

Table 3 Nitrogen percent content and nitrogen cotent per plant of various genotype soybean in the stage of full blossom

项目 Item	处理 Treatment	B1	B2	B3	B4	平均 Average
氮素百分含量 Nitrogen percent content/%	A1	2. 20ABa	1. 11Dc	1. 76Cb	1. 65Cb	1. 68Aa
	A2	2. 29Aa	1. 10dDc	1. 92ABCb	1. 88BCb	1. 80Aa
	平均 Average	2. 25Aa	1. 10Cc	1. 84Bb	1. 77Bb	
单株氮素含量 Nitrogen cotent per plant /mg	A1	489. 12Aab	92. 21Bc	467. 26Aab	416. 37Ab	488. 31Ab
	A2	528. 41Aa	90. 32Bc	545. 99Aa	511. 13Aab	558. 62Aa
	平均 Average	508. 76Aa	91. 27Bb	506. 62Aa	463. 75Aa	

2.4 根瘤数和植株干重对单株氮素含量的影响

研究发现, 大豆植株根瘤数和干重对其单株氮素含量间存在相关性。由表 4 可以看出, 根瘤数、植株干重对单株氮素含量的直接作用分别为 0. 3904 和 0. 6487。单株氮素 y 含量与根瘤数 x_1 、干重 x_2 的线性关系显著或极显著, 而且其相关指数 $R^2 = 99. 05\%$, 若用 y 与 x_1 、 x_2 间的线性回归方程 $y = -26. 6271 + 0. 4532x_1 + 14. 2439 x_2$ 来估测 y , 其可靠程度为 99. 05%。

表 4 盛花期根瘤数和植株干重对单株氮素含量的影响

Table 4 Effect of root nodule number and plant dry weight on nitrogen cotent per plant of soybean in the stage of full blossom

性状 Character	相关系数 Correlation coefficient	直接作用 Direct action	间接作用 Indirect action	
			根瘤数 Root nodule number	干重 Dry weight
根瘤数 Root nodule number	0. 9380 **	0. 3903		0. 5477
干重 Dry weight	0. 9787 **	0. 6487	0. 3300	

3 讨论

根瘤是生物固氮的场所, 因此根瘤的大小和数目与其固氮能力之间有密切联系。根瘤越大, 固氮能力越强; 根瘤数目的增加, 为固氮提供了更多的场所^[9-10]。研究表明, 超结瘤大豆 B1(*nts1007*) 结瘤能力最强, 瘤鲜重和氮素百分含量均显著高于其他基因型大豆, 表现出了很强的固氮能力; Bragg 的根瘤数、瘤鲜重以及氮素百分含量均高于贡选 1 号, 表现出了较好的适应性。在评定固氮能力时, 盛花期

植株干重和植株地上部全氮常被用来作为评价指标^[11-12]。该试验条件下, Bragg 植株干重与贡选接近, 超结瘤大豆的植株干重在较小, 原因是由于根瘤的存在导致光合产物对根部的输出, 影响了地上部分的生长^[13]。Bragg 和超结瘤大豆 *nts1007* 的单株氮素含量均比贡选 1 号高, 表明 Bragg 和 *nts1007* 固氮能力强, 在当地条件下固氮能力特性没有发生改变, 对当地环境有较好的适应性。

不同基因型大豆对接种的反映有较大差异。接种后, Bragg 和贡选 1 号的根瘤数、瘤鲜重、植株干重和单株氮素含量增加幅度均大于超结瘤大豆 *nts1007*, 表明接种处理对 Bragg 和贡选 1 号的影响较大, 而对超结瘤大豆 B1(*nts1007*) 影响最小。由此说明, 超级结瘤大豆 B1(*nts1007*) 对接种的响应不敏感, 而 B3(Bragg) 和 B4(贡选 1 号) 对接种的响应较为敏感, 接种能够提高其固氮能力。

研究还发现, 不同大豆植株根瘤数和植株干重与单株氮素含量间均存在极显著的正相关。通过相关分析及通径分析可以看出, 植株干重对单株氮素含量的影响大于根瘤数。结果表明, 根瘤数的多少虽然对植株的固氮能力有极大的影响, 但单株氮素含量与干物质量的多少也存在一定得相关性, 根瘤数的多少并不能作为评价植株固氮能力大小的单一指标。

参考文献

[1] Graham P H, Vance C P. Legumes: importance and constraints to greater use[J]. Plant Physiology, 2003; 872-877.
[2] 朱兆良. 合理使用化肥充分利用有机肥, 发展环境友好的施肥体系[J]. 中国科学院院刊, 2003(2): 89-93. (Zhu Z L. Utilizing chemical and organic fertilizer reasonable, exploring friendly fertil-

- izer system [J]. Publication of Chinese Academy Science, 2003 (2): 89-93.
- [3] Carroll B J, Mcneil D L, Gresshoff P M. Isolation and properties of soybean (*Glycine max*) mutants that nodule in the presence of high nitrate concentrations [J]. Genetics, 1988, 82: 4162-4166.
- [4] Carroll B J, Mcneil D L, Gresshoff P M. A supernodulation and nitrate tolerant symbiosis (nts) soybean mutant [J]. Plant Physiology, 1985, 78: 34-40.
- [5] 徐开未, 张小平, 陈远学, 等. *GUS* 基因标记法对慢生花生根瘤菌竞争结瘤和接种效果的研究 [J]. 中国土壤与肥料, 2006 (3): 51-53. (Xu K W, Zhang X P, Chen Y X, et al. Studies on competitive nodulation and efficiency of Bradyrhizobium using GUS marker gene [J]. China Soil and Fertilizer, 2006 (3): 51-53.
- [6] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000: 308-316. (Lu R S. Chemical analysis method of agricultural soil [M]. Beijing: Chian Agriculture Science and Technology Press, 2000: 308-316.)
- [7] Iain R Searle, Artem E Men, Titwki S Laniya, et al. Long-distance signaling in nodulation directed by a CLAVATA1-Like receptor kinase [J]. Science, 2003, 3(3): 109-112.
- [8] Sureeporn Nontachaiyapoom, Paul T Scott, Artem E Men, et al. Promoters of orthologous *Glycine max* and *Lotus japonicas* nodulation autoregulation genes interchangeably drive phloem-specific expression in transgenic plants [J]. Molecular Plant-Microbe Interactions, 2007, 20(7): 769-780.
- [9] 房增国, 左元梅, 张福锁. 玉米/花生混作对系统内氮营养的影响研究 [J]. 中国生态农业学报, 2005, 13(3): 63-64. (Fang Z G, Zuo Y M, Zhang F S. Studies on the nitrogen nutrition in maize/peanut mixed-cropping [J]. Journal of the Chinese Agro-ecological, 2005, 13(3): 63-64.)
- [10] 万书波. 中国花生栽培学 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 200: 34-36. (Wan S B. Peanut cultivation in China [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2003: 34-36.)
- [11] Mirza N A, Bohlool B B, Somasegaran P. Non-destructive chlorophyll assay for screening of strains of *Bradyrhizobium japonicum* [J]. Soil Biology and Biochemistry, 1990, 22(2): 203-207.
- [12] 于景丽, 张小平, 李登煜, 等. *celB* 基因标记法研究酸性土花生接种及施钼效果 [J]. 植物营养与肥料学报, 2006 (2): 250-253. (Yu L J, Zhang X P, Li D Y, et al. Study the effects of Mo and inoculation of Bradyrhizobium in acid purple soil by *celB* gene maker [J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2006 (2): 250-253.)
- [13] Bernard J Carroll, David L McNeil, Peter M Gresshoff. Isolation and properties of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] mutants that nodulate in the presence of high nitrate concentrations [J]. Genetics, 1985, 82(12): 4162-4166.
-
- (上接第 40 页)
- [4] 韩天富, 王金陵, 杨庆凯, 等. 开花后光照长度对大豆化学品质的影响 [J]. 中国农业科学, 1997, 30(2): 47-53. (Han T F, Wang J X, Yang Q K, et al. Effects of post-flowering photoperiod on chemical composition of soybeans [J]. Scientia Agricultura Sinica, 1997, 30(2): 47-53.)
- [5] Wolf R B, Cavins J F, Kleiman R, et al. Effect of temperature on soybean seed constituents: Oil, protein, moisture, fatty acids, amino acids and sugars [J]. Journal of the American Oil Chemists' Society, 1982, 59(5): 230-232.
- [6] 蔡秋红, 刘德金, 陈顺辉. 若干气象因素对福建春大豆产量的效应 [J]. 福建农学院学报, 1990, 19(2): 163-166. (Cai Q H, Liu D J, Chen S H. Effects of several meteorological factors on the yield of spring soybean in Fujian [J]. Journal of Fujian Agricultural College, 1990, 19(2): 163-166.)
- [7] 张敬荣, 高继国, 李辰仁, 等. 开花至鼓粒期干旱对大豆化学品质的影响 [J]. 大豆科学, 1996, 15(1): 84-90. (Zhang J R, Gao J G, Li C R, et al. The effect of dry condition from flowering to seedling stages on chemical composition in soybean [J]. Soybean Science, 1996, 15(1): 84-90.)
- [8] 王志新, 杨庆凯. 环境因素对大豆化学品质及产量影响研究 I. 播期对大豆化学品质及产量的影响 [J]. 大豆科学, 2003, 22(1): 45-49. (Wang Z X, Yang Q K. Study on the influence of planting date to the yield quality of soybean [J]. Soybean Science, 2003, 22(1): 45-49.)
- [9] 任继秋, 雷志军, 李菊艳. 大豆品种、播期对其品质及产量的影响 [J]. 现代化农业, 2003(9): 13-15. (Ren J Q, Lei Z J, Li J Y. Study on the influence of soybean varieties and planting date to the yield quality [J]. Modernizing Agriculture, 2003(9): 13-15.)
- [10] 鹿文成, 闫洪睿, 张雷, 等. 不同播期对大豆产量和品质的影响 [J]. 耕作与栽培, 2005(5): 35-36. (Lu W C, Yan H R, Zhong L, et al. Effects of different sowing time on the yield and quality [J]. Tillage and Cultivation, 2005(5): 35-36.)
- [11] 王志新. 播期对不同生育期高油大豆油分 and 产量的影响 [J]. 大豆科学, 2007, 26(5): 966-968. (Wang Z X. Influence of sowing date on the oil and yield of different maturity high-oil soybean [J]. Soybean Science, 2007, 26(5): 966-968.)
- [12] 于凤瑶, 刘锦江, 辛秀君, 等. 播期对高蛋白大豆产量及品质的影响 [J]. 大豆科学, 2008, 27(4): 620-622. (Yu F Y, Liu J J, Xin X J, et al. Effects of sowing date on yield and quality of high protein in soybean [J]. Soybean Science, 2008, 27(4): 620-622.)
- [13] 任秀荣, 许海涛, 吴德科, 等. 不同播季和气候条件对大豆籽粒品质及主要性状的影响 [J]. 大豆科学, 2005, 24(1): 71-74. (Ren X R, Xu H T, Wu D K, et al. Effect of different sowing season climate on grain seed quality main characters of soybean [J]. Soybean Science, 2005, 24(1): 71-74.)
- [14] 赵政文, 马继凤, 李小红, 等. 南方春大豆春、秋播与籽粒蛋白质和脂肪含量关系的研究 [J]. 大豆科学, 1999, 16(3): 183-189. (Zhao Z W, Ma J F, Li X H, et al. Study on the effect of spring and autumn snowing seasons on kernel protein and fat content of southern spring soybean [J]. Soybean Science, 1999, 16(3): 183-189.)