

不同密度与施氮水平对高油大豆产量及品质的影响

刘玉平¹, 李志刚¹, 李瑞平²

(1. 内蒙古民族大学 农学院, 内蒙古 通辽 028000; 2. 吉林省农业科学院 农业环境与资源研究中心, 吉林 长春 130124)

摘要:为探讨密度与施肥对大豆产量及品质的影响, 2007~2008年于内蒙古民族大学试验农场, 以吉育35为试验材料, 采用裂区田间试验设计, 以密度为主区, 以氮肥施用水平为副区, 对高油大豆产量及品质进行了研究。结果表明: 密度、施氮通过对高油大豆叶面积指数与叶绿素含量动态变化来影响植株的干物质积累最终对产量和品质产生影响。密度与施氮对产量的影响均达极显著水平, 随密度增加, 产量先增后降, 随施氮量增加, 产量增加。密度对脂肪含量的影响达到显著水平, 随密度增加, 脂肪含量降低。密度对蛋白质含量影响达到显著水平, 随密度增加, 蛋白质含量增加。施氮对脂肪含量和蛋白质含量的影响均未达到显著水平。

关键词:大豆; 密度; 施肥; 产量; 品质

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2011)01-0079-04

Effects of Different Planting Densities and N-fertilizer Levels on Yield and Quality of Soybean

LIU Yu-ping¹, LI Zhi-gang¹, LI Rui-ping²

(1. Agricultural College, Inner Mongolia University for the Nationalities, Tongliao 028000, Inner Mongolia; 2. Research Center of Agricultural Environment and Resources, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130124, Jilin, China)

Abstract: A split-plot design with the planting densities as main plot and N-fertilizer levels as sub-plot was adopted. The effects of planting densities and N-fertilizer levels on yield and quality of Jiyu35 were studied in the farm of Inner Mongolia University for the Nationalities in 2007~2008. The results showed that planting densities and N-fertilizer levels affected the plant dry matter accumulation by leaf area index dynamics and chlorophyll dynamics, which affected the yield and quality at last. The yield increased and then decreased with the increasing of planting densities and increased with the increasing of N-fertilizer levels. The fat content was sensitive to planting densities and decreased with the increasing of planting densities, while protein content showed negative trend. The fat and protein contents were not sensitive to N-fertilizer levels.

Key words: Soybean; Planting densities; N-fertilizer levels; Yield; Quality

密度是影响大豆产量的主要因素之一, 群体栽培条件下, 大豆产量不仅取决于单株, 更决定于群体结构的影响, 而适当的密度是保证合理群体结构的基础^[1-2]。因此探讨适合的种植密度一直是许多学者研究的热点之一, 适宜的种植密度(即合理密植)是大豆增产的有效措施^[3]。在保证产量的同时, 大豆作为高蛋白、高脂肪含量作物, 它的品质也受到越来越多的重视。一些学者对影响大豆品质的因素进行了研究^[4-8]。该文通过设置不同的种植密度和施氮水平, 来探讨密度、施氮水平对高油大豆产量、品质的影响, 从而得出适合内蒙古东部地区的种植密度和氮肥施用量, 为该地区高油大豆高产、优质栽培提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 供试材料

高油大豆吉育35, 由吉林省农业科学院选育。

1.2 试验设计

试验于2007~2008年在内蒙古民族大学试验农场进行, 试验地土壤类型为灰色草甸土, pH 8.3, 有机质 15.2 g·kg⁻¹, 碱解氮 62.6 mg·kg⁻¹, 速效磷 30.3 mg·kg⁻¹, 速效钾 67.2 mg·kg⁻¹。

试验地区≥10℃年有效积温 3 000~3 200℃。无霜期 140~150 d, 属温带大陆性气候, 春季干旱多风, 夏季短促温热, 降水集中, 秋季凉爽, 冬季干冷, 年降雨量 350~450 mm。

采用裂区设计, 以密度(D1=17万株·hm⁻²、

收稿日期: 2010-09-27

基金项目: 内蒙古民族大学科研创新团队支持计划资助项目(NMD1003); 内蒙古教育厅资助项目(NJZY08086); 国家公益性行业(农业)科研专项经费资助项目(200803028)。

第一作者简介: 刘玉平(1975-), 男, 硕士, 从事作物高产理论研究。E-mail: liuyuping1234@126.com。

通讯作者: 李志刚(1970-), 男, 教授, 博士, 主要从事植物营养和逆境生理研究。E-mail: liuyuping1234@126.com。

D2 = 22 万株 · hm⁻²、D3 = 27 万株 · hm⁻²) 为主区, 以氮素 (纯氮) 的施肥水平 (F1 = 0 kg · hm⁻²、F2 = 30 kg · hm⁻²、F3 = 60 kg · hm⁻²、F4 = 90 kg · hm⁻²) 为副区。共 12 个处理, 3 次重复。小区采用 6 行区, 行长 6 m, 行距 0.6 m, 小区面积 21.6 m²。

1.3 测定项目与方法

分别于出苗后 17 d (苗期)、30 d (分枝期)、48 d (开花期)、62 d (结荚期)、91 d (鼓粒期)、118 d (成熟期) 在不同小区选取 3 株连续植株测定相关指标。选取 3 片功能叶片, 用乙醇丙酮混合法 (乙醇: 丙酮: 水 = 4.5: 4.5: 1) 提取, 按 Arnon 公式计算叶绿素含量。叶面积采用比叶重法测定, 然后再计算叶面积指数。将所取样品按茎、叶、荚分离, 105℃ 杀青 15 min, 80℃ 烘干至恒重后, 分别测定其干重,

计算出植株干物质。脂肪测定采用索氏抽提法, 蛋白质测定采用半微量凯氏定氮法。收获时每小区选取中间 2 行, 行头和行尾各去除 50 cm 后进行实收测产, 然后折合成公顷产量。

2 结果与分析

2.1 不同密度与施氮水平对高油大豆光合生理指标的影响

2.1.1 叶面积指数动态变化 从苗期开始对不同处理大豆叶面积指数进行测算。不同密度与施氮水平下高油大豆叶面积指数生长动态见图 1A 和图 1B。

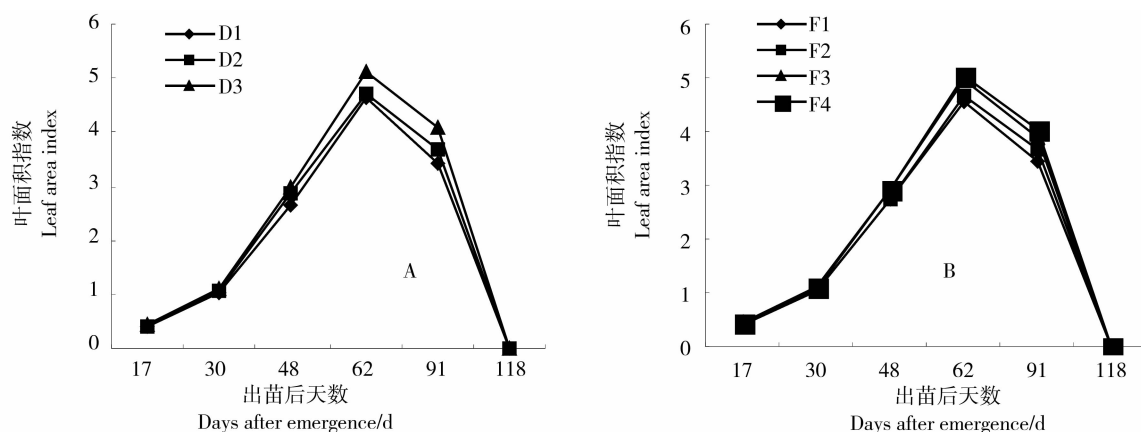


图 1 不同密度和施氮水平对大豆叶面积指数的影响

Fig. 1 Effects of different densities and N-fertilizer levels on leaf area index

从图 1 可以看出, 叶面积指数动态变化均表现为单峰曲线, 且不同处理叶面积指数总的变化趋势一致, 苗期与分枝期叶面积指数增长慢, 开花期、结荚期叶面积指数增加速度达到最大, 随着植株生长进入鼓粒期, 叶面积指数达到最高值, 然后开始下降, 最后随着叶片枯黄脱落, 叶面积指数逐渐降低直至为零。不同密度与不同施氮水平下, 叶面积指数在苗期和分枝期差异不大, 进入开花期以后开始

显现差异, 表现为随密度增加, 叶面积指数增加, 随施氮量增加, 叶面积指数也增加, 但在结荚期 F1 与 F2 处理的叶面积指数差别不大, F3 与 F4 处理的叶面积指数差别也不大。

2.1.2 叶绿素含量动态变化 从苗期开始对不同密度与施氮水平下大豆叶片叶绿素含量进行测定。不同密度与施氮水平下大豆叶片叶绿素含量动态变化见图 2A 和图 2B。

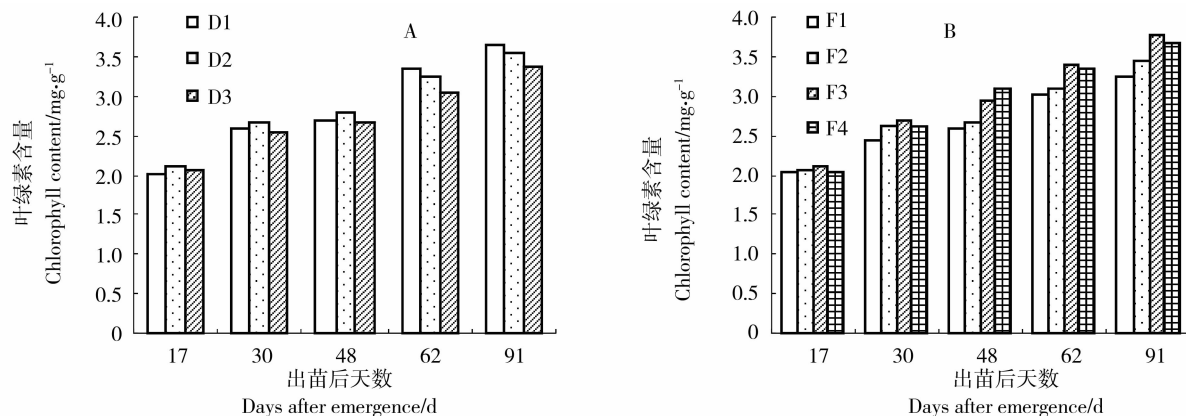
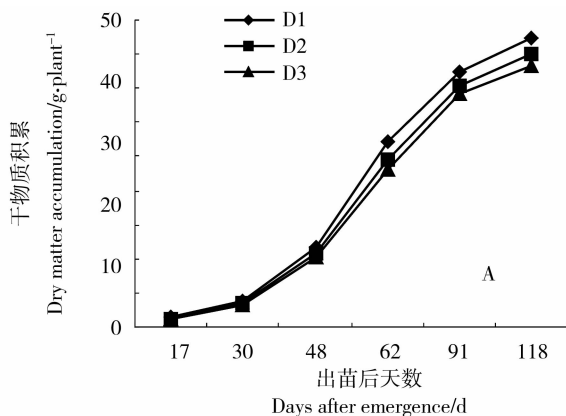


图 2 不同密度和施氮水平对大豆叶绿素含量的影响

Fig. 2 Effects of different densities and N-fertilizer levels on chlorophyll content

从图 2 可以看出,不同密度水平下,叶绿素含量随生育进程的推进呈逐渐上升趋势,在鼓粒期达最大,苗期、分枝期、开花期,不同密度水平下大豆叶片叶绿素含量表现 $D2 > D1 > D3$,在结荚期、鼓粒期表现为 $D1 > D2 > D3$;不同施氮水平下大豆叶片叶绿素含量在苗期、分枝期差别不大,在开花期表现为 $F4 > F3 > F2 > F1$,在结荚期、鼓粒期表现为 $F3 > F4 > F2 > F1$,表明随着施氮量的增加,叶绿素含量



增加,但施氮量过高,叶绿素含量反而降低。

2.2 不同密度与施氮水平对大豆干物质积累的影响

大豆群体产量不仅与种植密度有关,还与干物质积累有关,干物质积累是获得较高产量的物质前提,大豆高产品种应该在生长后期仍保持较高的干物质积累水平^[9]。从苗期开始对不同处理大豆的单株干物质进行测定。不同密度与施氮水平下单株干物质积累生长动态见图 3A 和图 3B。

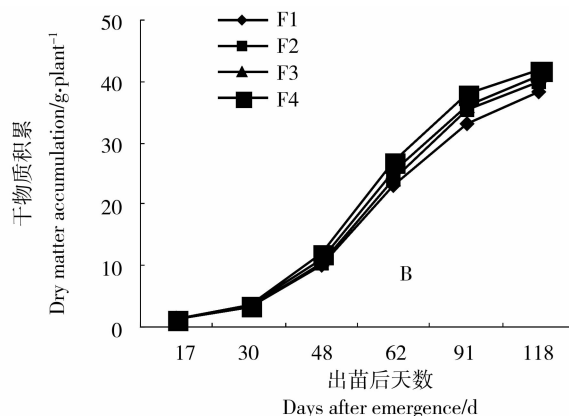


图 3 不同密度和施氮水平对大豆干物质积累的影响

Fig. 3 Effects of different densities and N-fertilizer levels on dry matter

从图 3 可以看出,不同密度与施氮水平下的单株干物质积累动态变化均成“S”曲线。苗期、分枝期不同处理间大豆干物质积累差异很小,鼓粒期干物质积累速度达到最快。在分枝期以后,随着密度增加,单株干物质积累呈降低的趋势,随着施氮量的增加单株干物质的积累呈现升高的趋势。在整个生育期内,大豆单株干物质积累一直呈增加趋势。

2.3 不同密度与施氮水平对高油大豆产量的影响

从表 1 可以看出,随着密度增加,产量表现为先增后降,D2 处理的产量最高。D2 处理极显著高于 D3 处理的产量,显著高于 D1 处理的产量。大豆生长是群体生长和个体生长互相作用的结果,在实际生产过程中要足够重视密度对产量的影响,密度适中可以使产量增加。随着施氮量增加,大豆产量增加,F4 处理产量最高。F4 处理与 F3 处理差异不显著,F4 处理极显著高于 F1 处理的产量,显著高于 F2 处理的产量,F3 处理也显著高于 F2 和 F1 处理的产量。

2.4 不同密度与施氮水平对高油大豆品质的影响

大豆品质主要是指大豆脂肪含量和蛋白质含量。从表 1 中可以看出,不同密度处理的脂肪含量达到显著差异,不同施氮处理的脂肪含量未达到显著差异。随着密度增加,脂肪含量降低,D1 处理的脂肪含量最高。虽然 D1 与 D2 处理的脂肪含量差异不显著,但 D1 处理显著高于 D3 处理的脂肪含

量,表明种植密度在 D1、D2 之间时脂肪含量较高。

表 1 密度与施氮水平对产量和品质的影响

Table 1 Effects of planting densities and N-fertilizer levels on yield and quality

处理 Treatment	脂肪 Fat content/%	蛋白质 Protein content/%	蛋脂总量 Total content of protein and fat/%	产量 Yield /kg · hm ⁻²
D1	23.09 a	37.71 b	60.81 a	2 868.75 b
D2	22.74 ab	38.03 ab	60.76 a	3 031.79 a
D3	22.56 b	38.37 a	60.93 a	2 746.75 c
F1	22.76 a	38.21 a	60.97 a	2 693.11 c
F2	22.76 a	38.02 a	60.79 a	2 835.50 b
F3	22.72 a	37.99 a	60.71 a	2 948.72 a
F4	22.95 a	37.91 a	60.86 a	3 052.39 a

大豆蛋白质是最重要的植物蛋白质之一,大豆蛋白质含量是衡量大豆品质的重要指标。从表 1 可以看出,不同密度处理的大豆蛋白质含量达到显著差异,不同施氮水平处理的蛋白质含量未达到显著差异。随密度增加,蛋白质含量增加,D3 处理的蛋白质含量最高。虽然 D3 处理与 D2 处理的蛋白质含量差异不显著,但 D3 处理显著高于 D1 处理的蛋白质含量,表明种植密度在 D2 和 D3 之间时,蛋白质含量较高;将测得的不同处理大豆籽粒中蛋白质含量与脂肪含量相加,可得不同密度和施氮处理下高油大豆蛋白质与脂肪总含量。不同密度处理的蛋白质与脂肪总含量未达到显著差异,不同施氮

处理的蛋白质与脂肪总含量也未达到显著差异。

3 结论与讨论

该文研究结果表明,密度与施氮对产量均有极显著影响,随密度增加,产量先增后降,D2 最大,随施氮量增加,产量增加,F4 最高。高产一直是栽培工作者的目标,历来研究较多,密度主要通过对产量构成因素起作用而影响产量,由于受品种、地域等的影响,结论不一^[10-11]。大多数栽培学者^[12-14]均认为增施氮肥充分发挥其增产潜力,对大豆有增产作用,可显著提高大豆单产。因为增施氮肥可以为大豆生长提供充足的营养,弥补根瘤固氮的不足,从而使大豆单产增加。

密度对脂肪和蛋白质含量均有显著影响,随着密度增加,脂肪含量降低,蛋白质含量增加,施氮对脂肪和蛋白质含量影响较小,均未达到显著水平。密度与施氮对蛋白质与脂肪总含量没有显著影响。谢志涛等^[6]的研究表明,种植密度与大豆籽粒的脂肪含量存在着负相关性,与籽粒中的蛋白质含量之间为正相关。章建新等^[15]的研究表明,品种是影响脂肪和蛋白质含量的主要因子,密度和施肥量次之,不同因素间脂肪含量存在明显的差异,这表明大豆脂肪含量除了受自身遗传影响外,还受到密度和施肥量的影响,大豆脂肪含量随着密度升高和施肥量的降低,呈现显著降低的趋势。这些研究与该文研究结果相近。另外有研究^[16-17]表明,增施氮肥可显著提高大豆籽粒中蛋白质含量,降低脂肪含量。还有研究^[18]认为随着施氮量的增加,蛋白质含量先增大后减小,与该研究结论不同。Ham 等^[19]报道在各种施肥方法下的脂肪含量间无显著差异与该研究结论近似。许多学者都做过密度与施氮对大豆品质影响的研究,但结论并不一致,主要是因为大豆品种与种植地域是影响脂肪、蛋白质含量首要因子,种植密度和施氮量居于其次,并且种植密度和施氮量对脂肪、蛋白质含量的影响因大豆品种、种植地域而异。

参考文献

[1] 刘金印, 张恒善, 王大秋. 大豆种植密度和群体结构指标的研究[J]. 大豆科学, 1987, 6(1):1-9. (Liu J Y, Zhang H S, Wang D Q. Soybean planting density and index of population structure[J]. Soybean Science, 1987, 6(1):1-9.)

[2] Carpenter A C, Board J E. Growth dynamic factors controlling soybean yield stability across plant populations[J]. Crop Science, 1997, 37(5):1520-1526.

[3] 李瑞平, 李志刚, 马日亮, 等. 大豆垄上三行窄沟密植栽培群体生理研究[J]. 大豆科学, 2009, 28(1):81-84. (Li R P, Li

Z G, Ma R L, et al. Effect of narrow trenches and compact planting of three lines of ridge on population physiology in soybean[J]. Soybean Science, 2009, 28(1):81-84.)

- [4] 宁海龙, 杨庆凯. 农艺措施对大豆籽粒蛋白质和脂肪含量的影响[J]. 东北农业大学学报, 2001, 32(4): 332-335. (Ning H L, Yang Q K. Effect of different agricultural measures on the protein and fatty content of soybean seed[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2001, 32(4): 332-335.)
- [5] 宁海龙, 李文霞, 韩秀才, 等. 栽培密度对高油大豆籽粒产量及品质影响初探[J]. 中国油料作物学报, 2002, 24(1): 75-76. (Ning H L, Li W X, Han X C, et al. A primary study on the effect of density on the yield and quality of seeds in elevated-fat soybean[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2002, 24(1): 75-76.)
- [6] 谢志涛, 谢甫锦, 王海英, 等. 不同种植密度和施肥水平对大豆籽粒品质的影响[J]. 种子, 2006, 25(3):60-62. (Xie Z T, Xie F T, Wang H Y, et al. Effects of seeding rates and fertilizer level on protein and fat contents of soybean seeds[J]. Seed, 2006, 25(3):60-62.)
- [7] 冯丽娟, 朱洪德, 于洪久, 等. 品种、密度、施肥量对高油大豆产量及品质的效应[J]. 大豆科学, 2007, 26(2):158-162. (Feng L J, Zhu H D, Yu H J, et al. Effect of variety, density and fertilizer level on the yield and quality of high oil soybean[J]. Soybean Science, 2007, 26(2):158-162.)
- [8] 朱洪德, 王春风. 栽培措施对高蛋白大豆产量及品质的影响[J]. 中国油料作物学报, 2009, 31(3): 327-333. (Zhu H D, Wang C F. Environmental effect on yield and quality of high protein soybean[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2009, 31(3): 327-333.)
- [9] Board J. Light interception efficiency and light quality affect yield compensation of soybean at low plant population[J]. Crop Science, 2000, 40:1285-1294.
- [10] 王丕武, 罗艳玲. 大豆株型与种植密度关系的探讨[J]. 吉林农业大学学报, 1994, 16(12):14-18. (Wang P W, Luo Y L. An inquiry into the relationship between plant type and density of soybean[J]. Journal of Jilin Agricultural University, 1994, 16(12):14-18.)
- [11] 薛庆喜, 姚远. 窄行密植栽培技术对大豆产量及产量性状的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2000(5):4-7. (Xue Q X, Yao Y. Response of yield and traits composed the yield of soybean to solid-seeded planting[J]. Heilongjiang Agricultural Science, 2000(5):4-7.)
- [12] 才艳, 郑殿峰, 冯乃杰, 等. 氮肥施用量对大豆生长动态及干物质积累的影响[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2007, 19(2):13-16. (Cai Y, Zheng D F, Feng N J, et al. Effect of nitrogen fertilizer on growth tendency, dry matter accumulation and distribution in soybean[J]. Journal of Heilongjiang August First Land Reclamation University, 2007, 19(2):13-16.)
- [13] 金剑, 刘晓冰, 王光华, 等. 氮素积累、分配与大豆产量的关系[J]. 大豆通报, 1998(6):25. (Jin J, Liu X B, Wang G H, et al. The relationship between the yield and nitrogen accumulation, distribution of soybean[J]. Soybean Bulletin, 1998(6): 25.)

鼓粒-成熟期)各生理指标与苗期大体相同,但有一些区别,表现为 Pro 积累量增多;WSS 和 MDA 含量较苗期有较大的增加,其中,花期-结荚期关联度结果与总体关联度结果相似性较大,表明该时期生理指标可作为抗旱性的可信指标,这与岳爱琴等^[10]研究的结果相一致。

此外,该研究还得出,某一大豆品种其抗旱能力因干旱胁迫时期不同而差异明显。例如,总体抗旱性表现最好的品种黑农 56,在苗期抗旱性排在第 7 位,在花期-结荚期排在第 6 位,在鼓粒-成熟期排在第 1 位。这表明,同一品种在不同时期抗旱表现不同。由于大豆抗旱性是较为复杂的性状,它受品种特异性和环境特异性影响,因此,只有把二者有机结合,运用多指标综合分析,才能“因种而异”,科学评价其抗性。

参考文献

- [1] Bray E A. Responses to abiotic stresses in biochemistry and molecular biology of plants[J]. American Society of Plant Physiologists, 2000, 1158-1249.
- [2] 王晶英,敖红,张杰,等. 植物生理生化实验技术与原理[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,2003:133-136. (Wang J Y, Ao H, Zhang J, et al. Plant physiological and biochemical technology and principle[M]. Harbin: Northeast Forestry University Press, 2003:133-136.)
- [3] 陈少裕. 膜脂过氧化与植物逆境胁迫[J]. 植物学通报, 1990 (6):211-217. (Chen S Y. Lipid peroxidation and plant stress [J]. Bulletin of Botany, 1990(6):211-217.)
- [4] Pantuwan G, Fukai S, Cooper M, et al. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to drought under rainfed lowlands:4 Vegetative stage screening in the dry season[J]. Field Crops Research, 2004, 89:281-297.
- [5] Mitchell I H, Siamhan D, Wamala M H. The use of seedling leaf death score for evaluation of drought resistance of rice[J]. Field Crops Research, 1998, 55:129-139.
- [6] 张美云,钱吉,郑师章. 渗透胁迫下野生大豆游离脯氨酸和可溶性糖的变化[J]. 复旦学报, 2001, 40(5):558-561. (Zhang M Y, Qian J, Zheng S Z. Osmotic stress under wild soybean free proline and soluble sugar changes[J]. Journal of Fudan University, 2001, 40(5):558-561.)
- [7] Singh T N, Aspinall D, Palag L G. Proline accumulation and varietal adaptability to drought in barley: A potential metabolic measure of drought resistance[J]. Nature New Biology, 1972, 236:188-190.
- [8] 王瑞云,王玉国,杨晓霞. 大豆抗旱的生理生态基础[J]. 山西农业大学学报, 2001, 21(3):305-307. (Wang R Y, Wang Y G, Yang X X. Physio-ecological foundation of drought-resistance of Soybean[J]. Journal of Shanxi Agricultural University, 2001, 21(3):305-307.)
- [9] 王士强,胡银岗,余奎军,等. 小麦抗旱相关农艺性状和生理生化性状的灰色关联度分析[J]. 中国农业科学, 2007, 40(11):2452-2459. (Wang S Q, Hu Y G, She K J, et al. Gray relational grade analysis of agronomical and physi-biochemical traits related to drought tolerance in wheat[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2007, 40(11):2452-2459.)
- [10] 岳爱琴,杜维俊,赵晋忠,等. 不同大豆品种抗旱性的研究[J]. 山西农业大学学报, 2005, 25(2):157-160. (Yue A Q, Du W J, Zhao J Z, et al. Study on analysis of drought resistance in soybean [J]. Journal of Shanxi Agricultural University, 2005, 25(2):157-160.)
- [11] 汤树德,徐凤花,隋文志,等. 保护性施氮对大豆生育和产量的影响[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 1995, 8(2):15-24. (Tang S D, Xu F H, Sui W Z, et al. Effect of protectively applied nitrogen on growth and yield of soybean[J]. Journal of Heilongjiang August First Land Reclamation University, 1995, 8(2):15-24.)
- [12] 章建新,翟云龙,薛丽华. 密度对高产春大豆生长动态及干物质积累分配的影响[J]. 大豆科学, 2006, 25(1):1-5. (Zhang J X, Zhai Y L, Xue L H. Effects of plant density on growth tendency, dry matter accumulation and distribution in high yield spring soybean[J]. Soybean Science, 2006, 25(1):1-5.)
- [13] 姜忠君,郭荣利,赵清艳. 不同氮肥用量对菜用大豆品质的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2006(5):66-68. (Jiang Z J, Guo L R, Zhao Q Y. The effect of different nitrogen consumption on the vegetable soybean quality[J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2006(5):66-68.)
- [14] 张洪刚,周琴,何小红,等. 播期、密度和肥料对菜用大豆南农 9610 产量和品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2008, 24(5):662-667. (Zhang H G, Zhou Q, He X H, et al. Effects of sowing date, planting density and N, P and K fertilizer on yield and quality of vegetable soybean[J]. 2008, 24(5):662-667.)
- [15] 章建新,李宁,薛丽华,等. 氮肥对菜用大豆产量和品质的影响[J]. 新疆农业大学学报, 2007, 30(1):6-10. (Zhang J X, Li N, Xue L H, et al. Effect of nitrogen fertilizer on yield and quality of vegetable soybean[J]. Journal of Xinjiang Agricultural University, 2007, 30(1):6-10.)
- [16] Ham G E, Nelson W W, Evans S D, et al. Influence of fertilizer placement on yield response of soybeans[J]. Agronomy Journal, 1973, 65:81-84.

(上接第 82 页)