

春大豆氮肥施用与大豆品种组合优选研究

张晓春, 陈红, 黄世龙, 尹学伟, 杜成章, 张继君

(重庆市农业科学院, 重庆 402160)

摘要:以特豆1号、浙春3号和特豆5号为材料,研究了不同氮肥处理对春大豆主要农艺性状、产量及产量构成因素的影响。结果表明:特豆5号在施纯氮 $90\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时,大豆籽粒氮含量、氮利用率和产量均高于其它处理组合,产量达 $2\,240\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。3个供试品种中,特豆5号是氮高效利用型品种,浙春3号对氮最敏感。施氮水平和品种间具有极显著的互作效应,以 A_2B_3 组合(特豆5号施纯氮 $90\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)产量最高。

关键词:春大豆;氮肥;品种;农艺性状;产量

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2012)02-0255-04

Optimal Combination of Nitrogen Fertilizer and Spring Soybean Varieties in Chongqing

ZHANG Xiao-chun, CHEN Hong, HUANG Shi-long, YIN Xue-wei, DU Cheng-zhang, ZHANG Ji-jun

(Chongqing Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 402160, China)

Abstract: Three soybean varieties, including Tedou No. 1, Zhechun No. 3 and Tedou No. 5 were selected, and three nitrogen level ($0, 90, 120\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) were applied, to study the effect of N and variety combinations on main agronomic characters, yield and yield components of spring soybean. When Tedou No. 5 was growing under $90\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ nitrogen, the seed nitrogen content, nitrogen utilization efficiency and yield were all higher than other treatments, and the yield reached $2\,240\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. In three tested varieties, Tedou No. 5 had higher nitrogen utilization efficiency, while Zhechun No. 3 was sensitive to nitrogen. Significant interaction existed between nitrogen rate and varieties, and the treatment combination A_2B_3 (Tedou No. 5 growing under $90\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ nitrogen) got the highest yield.

Key words: Soybean; Nitrogen; Variety; Agronomic characters; Yield

重庆大豆种植面积约为10万 hm^2 ,平均产量 $1\,673.55\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ^[1]。在大豆生产中,不施肥和凭经验施肥的现象普遍存在,加之大豆品种搭配不合理,导致春大豆单产偏低,品质不高。大量研究结果表明,氮肥是限制大豆产量的一个重要因素^[2-3],不施或多施都不利于大豆高产。氮肥施用不足,叶片早衰,冠层光合速率下降,造成减产^[4]。氮肥施用过多,植株茎、叶干物质在生育后期积累量过多,干物质的分配率降低,也造成减产^[5-7]。大豆生产中,品种、土壤肥力差异对大豆氮肥的吸收利用效率也存在较大差异^[8-9]。因此,合理的施肥和选择品种对提高大豆产量具有重要意义。该试验在正常供应磷、钾肥的条件下,研究了不同施氮水平对3个春大豆品种主要农艺性状及产量的影响,以期筛选出适合重庆地区种植的氮高效利用与春大豆品种的优选组合,提高重庆春大豆单产。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于2009年4~8月,在重庆市永川区双竹镇重庆市农业科学院渝西作物试验站进行,前茬作物为油菜。土壤为沙质土,有机质含量2.43%,全氮 $1.5\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,全磷为 $0.24\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,全钾为 $1.58\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,有效氮 $179\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,有效磷 $7.23\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,有效钾 $195.33\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。供试品种为特豆1号、浙春3号和特豆5号。

试验采取裂区设计,3次重复,小区面积为 17.5 m^2 。以施肥水平(A)为主区, A_1 :不施肥(CK); A_2 :施纯氮 $90\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$; A_3 :施纯氮 $120\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。其中,52%的氮肥作底肥,48%的氮肥作追肥。 A_2 、 A_3 处理均施 $\text{P}_2\text{O}_5\ 30.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 和 $\text{K}_2\text{O}\ 26.25\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$

收稿日期:2011-11-13

基金项目:两翼特色农业增收关键技术集成与示范(CSTC2010AA1024)。

第一作者简介:张晓春(1967-),男,研究员,主要从事作物栽培和特色作物育种。E-mail:Zhangxiaochun-2007@163.com。

作底肥。供试品种(B)为副区,分别为特豆1号(B₁)、浙春3号(B₂)和特豆5号(B₃)。播种行穴距为0.4 m×0.2 m,每穴2株,管理同一般大田生产。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 N、P、K 全量测定 在试验实施前,取样测定试验田的基础肥力。在大豆成熟期选取具有代表性的植株4株,分茎叶和籽粒风干、粉碎,用凯氏定氮法测全氮^[10],钼锑抗显色法测全磷,火焰光度计法测全钾,分别测定茎叶和籽粒中N、P、K含量。

1.2.2 大豆主要农艺性状及产量 于收获期,每小区选取具有代表性且长势均匀的5穴(10株)测定株高、节数、分枝数、单株粒数、单株粒重和百粒重;最后各小区实收计产。

1.3 数据分析

用Excel 2003和DPS 7.05统计分析试验数据。

2 结果与分析

2.1 不同处理对大豆农艺性状的影响

由表1可知,3个氮肥处理下,植株高度存在差异,A₂和A₃处理分别较对照植株高10.74%和10.1%,品种间规律表现一致。同一施氮水平下,3个品种间株高以B₃品种最低。在施氮水平最高的A₃处理下,大豆植株底荚高度、主茎节数均较A₁和A₂处理增加;B₃品种的主茎节数显著高于B₂品种,而B₂品种的有效分枝数显著高于B₃。这表明,随着氮肥施用量的增加,B₂品种的分枝能力较强,B₃品种的节数增加。从单株粒重来看,A₂和A₃施氮处理下的单株粒重显著高于对照A₁。随着氮肥的施用,B₂品种的单株粒重显著增加,而B₃品种的单株粒重变化不大。交互作用分析表明,株高、底荚高度和单株粒重对施氮量和品种间的交互作用极显著。

表1 不同处理组合的主要农艺性状比较

Table 1 Comparison on main agronomic traits of different treatment combinations

主处理 Main treatment	副处理 Vice treatment	株高 Plant height/cm	底荚高度 Bottom pod height/cm	主茎节数 Nodes number of main stem	有效分枝 Effective branches	单株粒重 Grain weight per plant/g
A ₁	B ₁	73.43 Aa	13.83 Aa	13.00 Aa	2.00 Aa	6.80 Bb
	B ₂	74.83 Aa	16.67 Aa	12.33 Aa	1.67 Aa	6.50 Bb
	B ₃	59.67 Bb	11.40 Aa	13.00 Aa	2.17 Aa	10.50 Aa
A ₂	B ₁	80.83 Aa	13.00 Aa	13.67 Aa	2.17 Aa	10.52 Aa
	B ₂	85.60 Aa	15.10 Aa	12.17 Aa	2.33 Aa	11.08 Aa
	B ₃	63.83 Bb	13.70 Aa	13.00 Aa	2.33 Aa	10.00 Aa
A ₃	B ₁	80.00 Aa	16.50 Aa	13.00 Aab	2.50 Aab	9.85 Aa
	B ₂	81.57 Aa	14.40 Aa	12.00 Ab	3.50 Aa	11.25 Aa
	B ₃	67.37 Ab	12.90 Aa	13.83 Aa	2.00 Bb	10.47 Aa
A×B		12.85 **	8.44 **	0.57	0.84	6.81 **

表中数字后不同大小写字母表示差异达极显著和显著水平,下同。

Values followed by different capital and lowercase letters are significantly different at 0.01 and 0.05 probability levels, respectively. The same below.

2.2 不同处理对大豆产量及产量构成因素的影响

单株有效荚数、单株粒数和百粒重共同作用形成产量,因品种、施肥水平的不同而存在较大差异。从不同施氮水平来看,A₂、A₃处理的单株有效荚数和单株粒数极显著高于对照,分别较对照高47.35%、48.88%和36.59%、47.43%(表2)。A₃处理百粒重小于A₂处理,但差异不显著,这表明氮肥的过量施用会造成大豆百粒重的降低,3个品种间表现规律一致。方差分析可知,单株有效荚数和单株粒数在品种间差异不显著,百粒重在品种间差异

显著,B₃品种的百粒重显著高于B₁和B₂品种。

从产量来看,不同施肥水平下大豆产量表现为A₂>A₃>A₁(表2),方差分析表明,A₂和A₃处理较对照分别高15.7%和12.63%,差异达显著水平,说明氮肥对提高大豆产量具有明显的促进作用。A₂处理产量大于A₃处理,这表明过量施用氮肥,不但不能增产,反而造成减产,3个品种间规律表现一致。同一施肥水平不同品种间产量依次为B₃>B₂>B₁,不同施肥处理3个品种表现一致,均以B₃品种表现最好。不同处理组合产量比较可知,A₂B₃组

表 2 不同处理组合产量及产量构成因素比较

Table 2 The yield and yield components comparison of different treatment combinations

主处理	副处理	单株有效荚数	单株粒数	百粒重	产量
Main treatment	Vice treatment	Effective pods per plant	Seeds per plant	100-grain weight/g	Yield/kg·hm ⁻²
A ₁	B ₁	24.67 Aa	47.17 Aa	13.80 Bb	1841.90 Aa
	B ₂	21.67 Aa	47.33 Aa	14.60 Bb	1910.47 Aa
	B ₃	29.33 Aa	60.83 Aa	16.13 Aa	1950.48 Aa
A ₂	B ₁	37.00 Aa	73.83 Aa	13.87 Bb	2129.52 Aa
	B ₂	39.50 Aa	70.50 Aa	14.73 Bb	2228.58 Aa
	B ₃	35.00 Aa	67.83 Aa	16.80 Aa	2240.00 Aa
A ₃	B ₁	34.33 Aa	71.50 Aa	13.40 Bb	2076.18 Aa
	B ₂	42.33 Aa	79.83 Aa	14.27 Aab	2190.48 Aa
	B ₃	36.00 Aa	77.67 Aa	15.20 Aa	2156.20 Aa
A × B		49.65 * *	109.43 * *	0.32	1117.59 * *

合模式下大豆产量最高,达 2 240 kg·hm⁻², A₁B₁ 组合模式产量最低,为 1 841 kg·hm⁻²。

2.3 不同处理对茎秆和籽粒氮磷钾含量的影响

从表 3 可知,茎秆中的氮磷钾含量随着施氮量的不同具有较大差异,A₂和 A₃处理茎秆中的氮磷钾含量分别较对照高 20.75% 和 8.51%;20.41% 和 26.53%;13.9% 和 9.68%。在 A₂氮肥处理下,氮、钾的吸收较 A₃处理增强,而磷的吸收减弱,这表明高氮不利于大豆茎秆对氮钾的摄取,而有利于茎秆

对磷的吸收。不同品种间比较,B₂品种茎秆对氮磷的吸收能力较强。

从籽粒中氮磷钾含量可以看出,A₂和 A₃处理的氮磷钾含量分别较对照高 5.7% 和 -0.9%;13.42% 和 13.42%;4.69% 和 1.94%。这表明大豆在高氮条件下,对氮的吸收能力不但没有增加,反而会降低,从而造成减产。品种间相比较,B₃品种籽粒氮含量在 3 个氮肥处理中均最高。3 个品种中 B₃品种对氮肥较不敏感,是适宜重庆气候地区种植的大豆品种。

表 3 不同处理组合大豆茎秆及籽粒中的 N、P、K 含量

Table 3 The soybean stem and grain N,P,K content of different treatment combinations

主处理	副处理	茎秆 Stem			籽粒 Grain		
		N/%	P/mg·100 g ⁻¹	K/mg·100 g ⁻¹	N/%	P/mg·100 g ⁻¹	K/mg·100 g ⁻¹
A ₁	B ₁	0.53	54	1120	5.84	260	2000
	B ₂	0.62	72	1280	5.69	300	2090
	B ₃	0.73	70	1630	6.08	260	2100
A ₂	B ₁	0.64	75	1590	5.95	320	2280
	B ₂	0.90	100	1420	6.21	300	1980
	B ₃	0.73	61	1580	6.46	310	2220
A ₃	B ₁	0.68	75	1640	5.57	320	2040
	B ₂	0.76	110	1230	5.91	270	2190
	B ₃	0.60	63	1550	5.97	340	2080

3 结论与讨论

氮素是大豆生长所必需元素之一,除大豆根瘤固定部分氮素外,仍需肥料提供大量氮。吴书平等^[11]研究认为夏大豆籽粒产量和单株粒数与氮磷钾施肥量呈二次曲线关系,籽粒产量和单株粒数随着施肥量的增加而增加,增加到一定水平后又开始下降,氮素对大豆产量的影响最大。该试验研究认为,在施纯氮 90 kg·hm⁻²下大豆产量最高,这与套作大豆在施纯氮 45 和 90 kg·hm⁻²条件下增产

16.8% ~ 19.9% 的结果^[12]表现一致。根据斯坦福方程,土壤基础供氮量 = 不施肥对照产量 × 每 100 kg 籽粒吸氮量/100,该试验表明,不施肥对照每 100 kg 籽粒吸氮量为 5.87 kg,土壤基础供氮量为 111.59 kg·hm⁻²。施纯氮 90 kg·hm⁻²处理下,要达到 2 199.37 kg·hm⁻²的实际产量,需氮量为 136.58 kg。进一步可计算出,氮肥利用率为 27.8%。同理,可计算出施纯氮 120 kg·hm⁻²处理下,氮肥利用率为 10.08%。这表明,合理的氮肥用量不仅提高了大豆籽粒吸氮量,还提高了氮肥利用率,增加了单

产。重庆春大豆每 100 kg 籽粒吸氮量为 5.69 ~ 6.46 kg, 这与郭庆元的研究结果^[13] 存在差异, 主要由于供试品种、试验点土壤肥力、肥水管理水平等差异造成。因此, 大豆的精准施肥应因特定地区、特定土壤及生态条件而异, 在同一地区也应根据土壤肥水条件、大豆品种需肥特性等因素进行适当调整。

在 3 个供试品种中, 特豆 5 号株高最矮, 较特豆 1 号和浙春 3 号分别低 18.52% 和 21.13%, 结荚高度低, 主茎节数多, 籽粒大, 是产量表现最好的氮高效品种。而浙春 3 号主要表现为生育期偏长, 植株旺长、荚数多, 对氮肥较为敏感, 氮肥利用率不高。综合考虑, 适宜重庆地区的大豆品种与氮肥组合为 A₂B₃, 即特豆 5 号, 施纯氮肥 90 kg·hm⁻²。诚然, 氮肥的施用还要考虑土壤、地势和其它肥料的配合, 才是合理的。

参考文献

- [1] 张晓春, 张继君, 陈红, 等. 重庆市大豆生产现状与发展对策[J]. 重庆文理学院学报, 2009, 28(4): 58-61. (Zhang X C, Zhang J J, Chen H, et al. The status and development countermeasures of soybean production in Chongqing[J]. Journal of Chongqing University of Arts and Sciences, 2009, 28(4): 58-61.)
- [2] 袁立海, 张晓, 舒权, 等. 大豆氮肥增产效应的研究[J]. 大豆科学, 1984, 3(3): 243-250. (Yuan L H, Zhang X, Shu Q, et al. Yield effect of nitrogen fertilizer on soybeans[J]. Soybean Science, 1984, 3(3): 243-250.)
- [3] Pantalone V J, Rebeck G J, Buort J W, et al. Phenotypic evaluation of root trait in soybean and applicability to plant breeding[J]. Crop Science, 1996, 36(2): 456-459.
- [4] Kumudini S, Hume D J, Chu G. Genetic improvement in short-season soybeans II. Nitrogen accumulation, remobilization and partitioning[J]. Crop Science, 2002, 42: 141-145.
- [5] 张喜林, 周宝库, 高中超, 等. 不同比例氮、磷、钾配合施用对白浆土区连作大豆生育性状及产量的影响[J]. 大豆科学, 2010, 29(4): 559-662. (Zhang X L, Zhou B K, Gao Z C, et al. Effect of different proportion of N, P and K on agronomic traits and yield of continuous planting soybean in white paste soil[J]. Soybean Science, 2010, 29(4): 559-662.)
- [6] 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.)
- [7] 马春梅, 唐远征, 龚振平, 等. 不同施氮量对大豆吸收化肥氮效率的影响[J]. 大豆科学, 2005, 24(1): 34-37. (Ma C M, Tang Y Z, Gong Z P, et al. The influence on different nitrogen levels to the nitrogen absorption rate in soybean[J]. Soybean Science, 2005, 24(1): 34-37.)
- [8] Hanway J J, Weber C R. N, P and K percentages in soybean (*Glycine max* L. Merrill) plant parts[J]. Agronomy Journal, 1970, 63: 286-290.
- [9] 董钻, 谢甫绵. 大豆氮磷钾吸收动态及模式的研究[J]. 作物学报, 1996, 22(1): 91-95. (Dong Z, Xie F T. Studies on dynamics and models of N, P, K absorption in soybeans[J]. Acta Agronomica Sinica, 1996, 22(1): 91-95.)
- [10] 牛森. 作物品质分析[M]. 北京: 农业出版社, 1992: 68-73. (Niu S. Crop quality analysis[M]. Beijing: Agriculture Press, 1992: 68-73.)
- [11] 吴书平, 马永学, 纪永民, 等. 氮磷钾优化施肥对夏大豆产量的影响[J]. 大豆科技, 2009(4): 37-41. (Wu S P, Ma Y X, Ji Y M, et al. Optimization of N, P and K to the effect of the yield of soybean sowing in summer[J]. Soybean Science & Technology, 2009(4): 37-41.)
- [12] 张含彬, 任万军, 杨文钰, 等. 氮肥处理下套作大豆根系建成与产量关系的研究[J]. 中国土壤与肥料, 2007(2): 46-49. (Zhang H B, Ren W J, Yang W Y, et al. Relationship between root characteristics and yield formation in relay-planting soybean under the nitrogen application[J]. Soil and Fertilizer Sciences in China, 2007(2): 46-49.)
- [13] 郭庆元, 李志玉, 涂学文, 等. 大豆高产优质施肥研究与应用[J]. 中国农学通报, 2003, 19(3): 89-104. (Guo Q Y, Li Z Y, Tu X W, et al. Studying and application of fertilization techniques for high-yield and good quality in soybean[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2003, 19(3): 89-104.)

(上接第 254 页)

- [5] 杜春芳, 李润植, 刘惠民, 等. 转基因植物的表型变异、分子检测与遗传分析[J]. 生物技术通讯, 2010, 14(5): 422-427. (Du C F, Li R Z, Liu H M. Molecular and genetic analyses of transgenic plants and their phenotypic variation[J]. Letters in Biotechnology, 2010, 14(5): 422-427.)
- [6] 高志民, 彭镇华. 甜菜碱合成调控基因共表达载体的构建与抗盐初步研究[J]. 林业科学研究, 2005, 18(3): 231-235. (Gao Z M, Peng Z H. Construction of co-expressing vector for glybet synthesis and salt tolerance[J]. Forest Research, 2005, 18(3): 231-235.)
- [7] 沈义国, 张万科, 阎冬青, 等. 榆钱菠菜脯氨酸转运蛋白基因的克隆及转基因拟南芥的耐盐性[J]. 植物学报, 44(8): 956-962. (Shen Y G, Zhang W K, Yan D Q, et al. Overexpression of proline transporter gene isolated from *Halophyte* confers salt tolerance in *Arabidopsis* [J]. Acta Botanica Sinica, 2002, 44(8): 956-962.)
- [8] Kumar S, Dhingra A, Daniell H. Plastid-expressed betaine aldehyde dehydrogenase gene in carrot cultured cells, roots, and leaves confers enhanced salt tolerance[J]. Plant Physiology, 2004, 36(1): 2843-2854.
- [9] Bhuiyan N H, Liu W, Liu G, et al. Transcriptional regulation of genes involved in the pathways of biosynthesis and supply of methyl units in response to powdery mildew attack and abiotic stresses in wheat[J]. Plant Molecular Biology, 2007, 64(3): 305-318.