

## 吉林中部超高产大豆的生育特征与营养特性研究

盖嘉慧<sup>1</sup>, 闫孝贡<sup>2</sup>, 刘剑钊<sup>2</sup>, 郭金瑞<sup>2</sup>, 袁静超<sup>2</sup>, 张洪喜<sup>2</sup>, 闫晓艳<sup>3</sup>, 任 军<sup>2</sup>

(1. 吉林省农业科学院 农业经济与信息服务中心, 吉林 长春 130033; 2. 吉林省农业科学院 农业资源与环境研究所, 吉林 长春 130033; 3. 吉林省农业科学院 大豆研究所, 吉林 长春 130033)

**摘要:**以高产大豆品种杂交豆1号和吉育88为试验材料,采用有机无机肥结合、大量元素与微量元素结合,底肥、口肥、追肥和叶面喷肥相结合的超高产栽培模式,研究吉林中部超高产大豆的生育特征和营养特性。结果表明:吉林中部超高产大豆产量可以达到 $4\,650\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 以上,最大叶面积指数大于5.4;全生育期氮、磷、钾最大积累量分别不低于 $315.7, 40.7, 169.9\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;干物质积累量最大值 $10\,115.5\sim 11\,599.2\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,干物质日积累最大值 $134.2\sim 141.9\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ ,开花后吸肥量增大,吸肥强度增大,可见,提高大豆生育中后期氮、磷、钾的供应强度是大豆超高产的必要条件。

**关键词:**吉林中部;大豆;超高产;产量;生育特征;营养特性

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

DOI:10.11861/j.issn.1000-9841.2014.03.0451

## Growth and Nutrition Characteristics of Soybean in the Middle of Jilin Province

GAI Jia-hui<sup>1</sup>, YAN Xiao-gong<sup>2</sup>, LIU Jian-zhao<sup>2</sup>, GUO Jin-rui<sup>2</sup>, YUAN Jing-chao<sup>2</sup>, ZHANG Hong-xi<sup>2</sup>, YAN Xiao-yan<sup>3</sup>, REN Jun<sup>2</sup>

(1. Agricultural Economy and Information Service Center, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China; 2. Agricultural Resources and Environment Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China; 3. Soybean Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China)

**Abstract:** In this paper, we analyzed the characteristics of growth and nutrition of soybean in the middle of Jilin province and based on the hybrid bean high-yield soybean Hybrid bean 1 and JY88 as test materials. The cultivation mode integrated N, P, K, manure, trace element, and applied basic fertilizer, seed fertilizer, topdressing, leaf fertilizer. The result indicated that the grain yields of high-yield soybean were over  $4\,650\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Maximum leaf area index were greater than 5.4. The maximum accumulation amount of N, P, K not less than  $315.7, 40.7$  and  $169.9\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  in the whole growth period. The biomasses were  $10\,115.5\sim 11\,599.2\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . The accumulation per day of biomasses were  $134.2\sim 141.9\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  at podding stage. Blossom after suction amount increases, fertilizer absorption intensity increases, thus, it is a necessary condition for super high-yield soybean to supply N, P, K in late soybean growth.

**Key words:** Middle of Jilin; Soybean; Super-yield; Yield; Fertility characteristics; Nutritional properties

作物产量构成是由个体和群体共同决定的,为了获取高产就必须在充分了解该作物个体生产潜力的基础上,采取有效技术措施,发挥群体优势<sup>[1-3]</sup>。个体的养分状况是作物生长发育的基础,群体的生育特征和营养特性是养分状况的表现。生育特征与营养特性对产量的形成有重要的影响,研究其发生规律,了解产量形成的机制,有助于采取相应的施肥及调控措施,使大豆生长快速达到最佳生理特征并保持其最长功能期<sup>[4-6]</sup>。国外有学者主张通过增大叶面积指数来增加干物质积累量,最终实现产量的突破,孙贵荒等<sup>[8]</sup>研究认为后期干物质积累对产量形成起至关重要作用,即高产品种应该在生长后期仍保持较高的干物质积累水平<sup>[7-8]</sup>。本文针对吉林中部土壤及气候条件,选择适宜栽培

的高产大豆品种,采用有机无机肥结合、大量元素与微量元素结合,底肥、口肥、追肥和叶面喷肥相结合的超高产综合栽培技术措施,剖析吉林中部超高产大豆的生育特征及营养特性,为大豆超高产栽培技术模式的构建提供理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验设计

试验于2006年在吉林省中部的农安县靠山乡进行,前茬作物为玉米。供试土壤耕层的主要农业化学性质为:pH7.78,有机质含量 $18.6\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,碱解氮 $96.72\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,速效磷 $15.58\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,速效钾 $99.11\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。试验采用田间大区试验,每

收稿日期:2013-10-21

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划(2011BAD16B10)。

第一作者简介:盖嘉慧(1982-),女,硕士,助理研究员,主要从事农技推广研究。E-mail:gaijiahui-0502@163.com。

通讯作者:任军(1960-),男,博士,研究员,主要从事土壤培肥研究。E-mail:renjun557@163.com;

闫晓艳(1960-),女,研究员,主要从事土壤肥料与作物栽培研究。E-mail:yansy8548@yahoo.com.cn。

个品种播种一个大区,每个大区播种面积 1 000 m<sup>2</sup>,收获测产 667 m<sup>2</sup>,之后折算为公顷产量。供试品种及播种密度:以杂交豆 1 号和吉育 88 为材料,播种密度分别为 20 万和 25 万株·hm<sup>-2</sup>。机械开沟施肥复土镇压后机械播种。施肥采用有机无机肥结合、大量元素与微量元素结合的全量均衡营养施肥。其中施用优质有机肥 10 000 kg·hm<sup>-2</sup>, N 60 kg·hm<sup>-2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 72 kg·hm<sup>-2</sup>、K<sub>2</sub>O 90 kg·hm<sup>-2</sup>, 中微量元素肥 S、Mg、Zn、B、Mn 分别为 40, 45, 15, 7.5, 7.5 kg·hm<sup>-2</sup>;施肥方式为底肥、口肥、追肥和叶面喷肥相结合的生育期间全程供肥。其中,50%的氮肥、65%的磷肥、65%的钾肥以底肥形式施入;25%的氮肥、25%的磷肥、25%的钾肥播种时以口肥施入;25%的氮肥、10%的磷肥、10%的钾肥在初花期追施。在开花期和结荚期分别进行叶面喷肥,每次钼酸铵 225 g·hm<sup>-2</sup>, 硼砂 450 g·hm<sup>-2</sup>, 硫酸锌 900 g·hm<sup>-2</sup>, 兑水 4 500 g 喷施。

## 1.2 测定项目与方法

1.2.1 干物质积累量 在大豆生育期间,从出苗第 35 天开始,分别在苗期、分枝期、开花期、结荚期、鼓粒期、黄熟期、成熟期进行植株地上部取样,每次每个品种取 3 次重复,每次重复随机取有代表性植株 10 株(地上部),烘干,测干物质积累量,公式如下:

干物质日积累量(kg·hm<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup>) = (大豆生长后一个时期的干物质积累量 - 前一个时期的干物质积累量)/对应的生育天数

1.2.2 叶面积 采用打孔称重法测定。每个样本打孔 300 个,称其鲜重和干重,计算叶面积指数。

1.2.3 养分积累 干物质样本分茎(包括叶柄)、叶、荚皮、籽粒 4 部分,在烘温箱 105℃ 杀青,70~80℃ 烘至恒重称量,以 10 株为单位各部分称重,然后采用有机质-重铬酸钾法、速效 N-碱解扩散法、速效 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-钼锑抗比色法、速效 K<sub>2</sub>O-火焰光度法<sup>[9]</sup> 进行全量氮、磷、钾养分分析。计算公顷氮、磷、钾养分积累量,公式为:

氮/磷/钾营养元素积累强度(kg·hm<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup>) = (大豆生长后一个时期 N/P/K 养分积累量 - 前一个时期氮/磷/钾养分积累量)/对应的生育天数

## 1.3 数据分析

采用 Excel 2003 进行数据处理统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 超高产大豆的产量水平及其构成

两个品种产量均超过吉林中部大豆超高产的产量水平(4 650 kg·hm<sup>-2</sup>), 杂交豆 1 号为 5 335.5 kg·hm<sup>-2</sup>, 吉育 88 为 4 652.5 kg·hm<sup>-2</sup>。综合产量及其构成因素分析, 吉林省超高产大豆(4 650 kg·hm<sup>-2</sup>以上)的生长特性与产量构成应达到以下标准:株高 107~123 cm, 收获株数 18 万~25 万株·hm<sup>-2</sup>, 单株粒数 95~133 粒, 千粒重 201~227 g。

### 2.2 超高产大豆的生育特征

如图 1A 所示,超高产大豆叶面积指数,从苗期到开花期表现直线增加,两品种趋势相同,开花期吉育 88 叶面积指数最大为 5.4,开花后杂交豆 1 号叶面积继续增加,结荚期达到最大值 5.9,然后随着底部叶片变黄脱落而呈缓慢下降趋势。叶面积指数总体表现,前期上升快,中期稳定时间长,生育后期下降缓慢。可见,超高产大豆最大叶面积指数应在 5 以上。

如图 1B 所示,苗期到黄熟期干物质积累量直线增加,两品种积累趋势相同,黄熟期达到最大值,杂交豆 1 号为 11 599.2 kg·hm<sup>-2</sup>, 吉育 88 为 10 115.5 kg·hm<sup>-2</sup>, 杂交豆 1 号高于吉育 88,黄熟期后有叶片脱落损失,所以,干物质总量没有继续增加。可见高产大豆的超高产量主要表现结荚期后干物质质量的明显增加。

如图 1C 所示,出苗后干物质日积累速度逐渐加快,两品种日积累量开花到结荚期达到最大值分别为 134.2 和 141.9 kg·hm<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup>, 结荚后积累速度

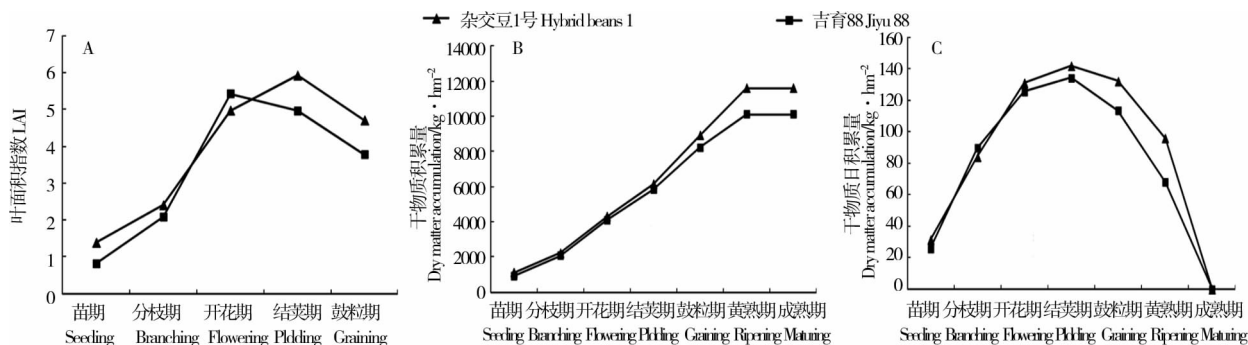


图 1 超高产大豆生育特征变化

Fig. 1 Growth characteristics changes of super-high-yield soybean

缓慢下降,黄熟期积累干物质仍分别达到然 68.2 和 96.0  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 。可见超高产大豆在生育后期仍有较高的干物质积累量。

### 2.3 超高产大豆的营养特性

2.3.1 氮素 如图 2A 所示,超高产大豆氮积累与干物质积累趋势相同,苗期到黄熟期直线增加,黄熟期积累量达最大值,杂交豆 1 号达 351.7

$\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,吉育 88 达 315.7  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,杂交豆 1 号高于吉育 88,主要表现开花后干物质积累量的增加。如图 2B 所示,随生长发育进程推进氮积累强度逐渐增加,开花到结荚期氮强度达到最大,吉育 88 和杂交豆 1 号分别为 3.98 和 4.32  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ ,结荚后略有下降。氮积累强度杂交豆 1 号高于吉育 88,主要表现在开花到黄熟期吸氮强度的增加。

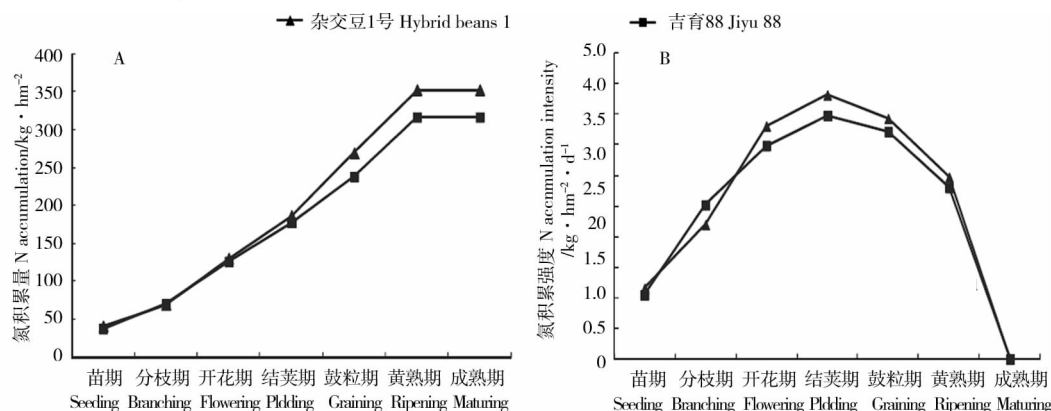


图 2 超高产大豆氮积累量及累积强度

Fig.2 N accumulation and accumulation intensity of super-high-yield soybean

2.3.2 磷素 如图 3A 所示,超高产大豆磷积累量随生长进程加快,积累量逐渐增加,黄熟期积累量最大值,杂交豆 1 号为 50.9  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,吉育 88 为 40.7  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,全生育期磷积累量杂交豆 1 号高于吉育 88,开花后表现更明显。如图 3B 所示,超高产大豆一生对磷吸收有两个高峰,分枝到开花期出现

第一个高峰,磷积累强度吉育 88 和杂交豆 1 号分别为 0.35 和 0.41  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ ;第二个高峰出现在结荚到鼓粒期,磷积累强度吉育 88 和杂交豆 1 号分别为 0.72 和 0.87  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 。产量相对较高的杂交豆 1 号吸磷强度明显高于吉育 88。

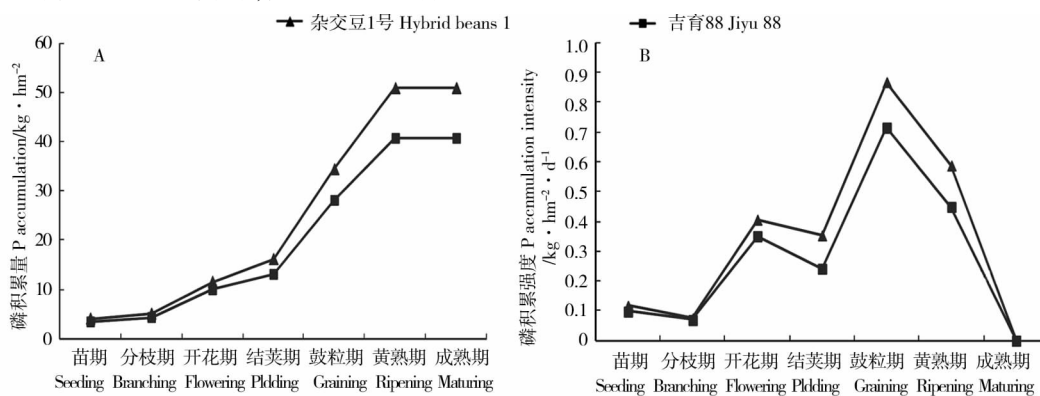


图 3 超高产大豆磷积累量及累积强度

Fig.3 P accumulation and accumulation intensity of super-high-yield soybean

2.3.3 钾素 如图 4A 所示,超高产大豆钾积累量随生长进程加快,积累量逐渐增加,黄熟期积累量达最大值,杂交大豆 1 号和吉育 88 分别为 198.7 和 169.9  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。品种间积累量有差异,全生育期钾积累量表现为杂交豆 1 号 > 吉育 88。如图 4B 所示,随生长发育进程推进钾积累强度逐渐增加,开花到结荚期钾积累强度最大,吉育 88 和杂交豆 1 号分别达到 2.84 和 3.32  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ ,开花后逐渐下降。鼓粒到黄熟期两品种的钾积累强度分别为 1.49

和 1.76  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 。全生育期钾积累强度产量较高的杂交豆 1 号高于吉育 88。

从氮、磷、钾吸肥规律分析,超高产大豆吸肥贯穿整个大豆生育期,氮、钾吸收高峰值出现开花到结荚期,结荚后氮积累强度缓慢下降;磷积累出现两个高峰值,分枝到开花期和结荚到鼓粒期,结荚鼓粒期的峰值明显高于开花结荚期,总体表现,籽粒产量越高需肥量越高,吸肥强度越大,开花后表现更明显。因此,提高大豆生育中后期氮、磷、钾的

供应强度是大豆超高产的必要条件。

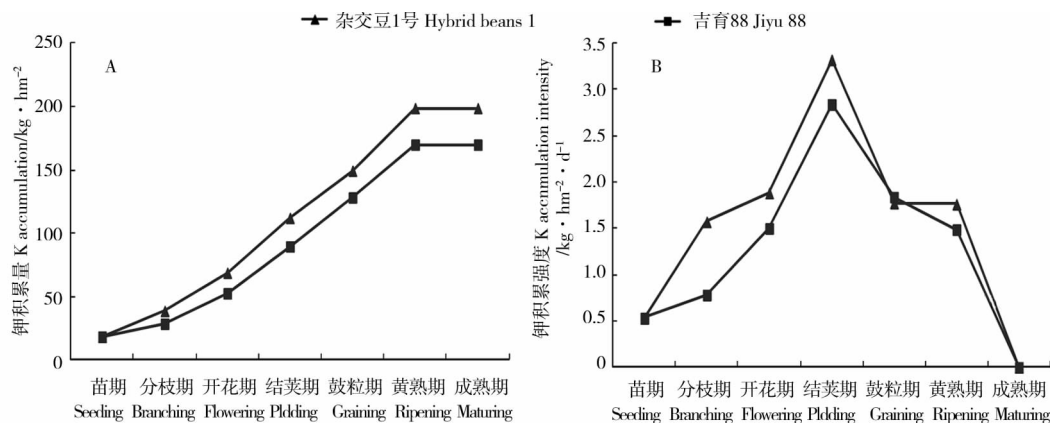


图4 超高产大豆钾积累量及累积强度

Fig.4 K accumulation and accumulation intensity of super-high-yield soybean

### 3 结论与讨论

本研究结果表明,吉林中部超高产大豆的产量可以达到  $4\ 650\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  以上,这与吉林省其他地区超高产大豆的研究结果相一致<sup>[10]</sup>。其生育特征表现,杂交豆1号和吉育88趋势相同,最大叶面积指数要大于5.4,而且,生育前期上升的要快,分枝期超过2.0;最大叶面积保持时间长,整个开花到结荚期要稳定在5.4~5.9;后期下降缓慢,鼓粒期仍保持3.8以上。干物质最大积累量出现在黄熟期,杂交豆1号为  $11\ 599.2\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,吉育88为  $10\ 115.5\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ;杂交豆1号,开花到结荚期干物质最大积累强度  $141.9\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ 。其营养特性表现,超高产大豆吸肥贯穿整个大豆生育期,氮、磷、钾最大积累量分别为  $315.7 \sim 351.7\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $40.7 \sim 50.9\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $169.9 \sim 198.7\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。氮、钾吸收的一个高峰值,出现在开花到结荚期,杂交豆1号吸收强度分别为  $4.32$  和  $3.32\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ,吉育88,吸收强度分别为  $3.98$  和  $2.84\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ,磷吸收有两个高峰,杂交豆1号,分枝到开花期  $0.41\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ;结荚到鼓粒期  $0.87\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ;吉育88,分枝到开花期  $0.35\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ;结荚到鼓粒期  $0.72\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ 。从吸肥特性分析,超高产大豆吸肥高峰明显后移,杂交豆1号和吉育88吸肥高峰出现在结荚鼓粒期,而且随产量的提高,开花后吸肥量增大,吸肥强度增大。

### 参考文献

- [1] 韩秉进,陈渊,金剑,等.大豆有效营养面积研究[J].中国油料作物学报,2002,24(4):33-37. (Han B J, Chen Y, Jin J, et al. Soybean effective nutrition area of research[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2002, 24(4): 33-37.)
- [2] 宋书宏,王文斌,吕桂兰,等.北方春大豆超高产技术研究[J].中国油料作物学报,2001,23(4):48-50. (Song S H, Wang W B, Lyu G L, et al. The north spring soybean super-high-yield technology research[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2001, 23(4): 48-50.)
- [3] 马俊奎,任冬莲,任小俊,等.大豆超高产示范及其栽培技术研究[J].大豆通报,2007(6):15-16. (Ma J K, Ren D L, Ren X J, et al. Soybean super-high-yield demonstration and its cultivation techniques[J]. Soybean Bulletin, 2007(6): 15-16.)
- [4] 满为群,杜维广,张桂茹,等.大豆超高产潜力的探讨[J].大豆科学,2001,20(2):94-97. (Man W Q, Du W G, Zhang G R, et al. Soybeans, s potential is discussed[J]. Study on perghield potentiality of soybeen, 2001, 20(2): 94-97.)
- [5] 王秀梅,郝天旭.黑土区大豆超高产栽培技术试验研究[J].大豆通报,2000(1):7-9. (Wang X M, Hao T X. Experimental study on the black soybean super-high-yield cultivation technology[J]. Soybean Bulletin, 2000(1): 7-9.)
- [6] 魏建军,张力,杨相昆,等.超高产大豆氮磷钾吸收分配动态及模式的研究[J].大豆科学,2010,29(3):413-419. (Wei J J, Zhang L, Yang X K, et al. Study on the model of dynamic and soybean N P K uptake distribution[J]. Soybean Science, 2010, 29(3): 413-419.)
- [7] 高聚林,刘克礼,李惠智,等.大豆群体对氮磷钾的平衡吸收关系的研究[J].大豆科学,2004,23(2):106-110. (Gao J L, Liu K L, Li H Z, et al. Soy group the research about the relation between the balance of NPK absorption[J]. Soybean Science, 2004, 23(2): 106-110.)
- [8] 孙贵荒,刘晓丽,董丽杰,等.高产大豆干物质积累与产量关系的研究[J].大豆科学,2002,21(3):199-202. (Sun G H, Liu X L, Dong L J, et al. Study of high-yield soybean yield and dry matter accumulation[J]. Soybean Science, 2002, 21(3): 199-202.)
- [9] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业出版社,2000. (Lu R K. Soil agricultural chemical analysis method[M]. Beijing: Chinese Agricultural Science and Technology Press, 2000.)
- [10] 闫晓艳,邱强,石一鸣,等.春大豆超高产栽培技术与构建[J].耕作与栽培,2009(1):17-19. (Yan X Y, Qiu Q, Shi Y M, et al. Spring super-soybean cultivation and building[J]. Tillage and Cultivation, 2009(1): 17-19.)