

杂交棉与常规棉干物质积累和氮、磷、钾吸收分配及产量比较

房卫平¹, 李伶俐², 谢德意¹, 马宗斌², 张东林³, 杜远仿³

(1 河南省农业科学院经济作物研究所, 河南郑州 450002; 2 河南农业大学农学院, 河南郑州 450002;

3 河南省开封县棉花办公室, 河南开封 475100)

摘要: 利用田间试验, 研究了杂交棉豫杂 35 和常规棉中棉 41 在施 N 225、P₂O₅ 90、K₂O 135 kg/hm² 条件下的干物质积累和氮、磷、钾吸收分配及产量形成特点。结果表明, 杂交棉和常规棉的干物质及氮、磷、钾的阶段积累量变化趋势基本相同; 而杂交棉的干物质和氮、磷、钾在各时期的积累量和日积累强度均明显高于常规棉。随着生长发育进程杂交棉后期干物质和氮、磷、钾的阶段积累比例比常规棉的高, 表明杂交棉在后期有较强的生长和积累的优势。所以, 加强杂交棉的后期管理能更好地发挥其增产潜力。杂交棉和常规棉的干物质和氮、磷、钾在各器官的分配均表现随生长发育转向生殖器官的比例不断提高, 但杂交棉略高于常规棉。在本试验条件下, 杂交棉皮棉产量 1778.23 kg/hm², 一生吸收 N、P₂O₅、K₂O 总量分别为 242.92、82.12、247.76 kg/hm², N:P₂O₅:K₂O = 1:0.34:1.02; 常规棉皮棉产量 1377.21 kg/hm², 一生吸收 N、P₂O₅、K₂O 总量分别为 195.42、65.64、194.09 kg/hm², N:P₂O₅:K₂O = 1:0.34:0.99。

关键词: 杂交棉; 常规棉; 干物质; 氮、磷、钾; 积累; 分配

中图分类号: S562.01

文献标识码: A

文章编号: 1008-505X(2009)06-1401-06

Comparison of dry matter accumulation and N, P, K uptake and distribution in different organs and yield on hybrid cotton and conventional cotton

FANG Wei-ping¹, LI Ling-li², XIE De-yi¹, MA Zong-bin², ZHANG Dong-lin³, DU Yuan-fang³

(1 Economy Crop Research Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China;

2 College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

3 Kai Feng County Cotton Production Office, Kai Feng, Henan 457100, China)

Abstract: Dry matter accumulation, N, P, K uptake and distribution, and yield of hybrid cotton (Yu za 35) and conventional cotton (CRI 41) was studied under field condition. Fertilizer application rate was set at N 225 kg/ha, P₂O₅ 90 kg/ha and K₂O 135 kg/ha, and a randomized complete block design was used with three replicates. The results indicated that the patterns of accumulation of dry matter and N, P, K at different growth period for hybrid cotton were similar to conventional cotton, but accumulation quantity of dry matter and N, P, K in hybrid cotton was higher than that in conventional cotton. Accumulation rates of dry matter and N, P, K in hybrid cotton at later growth period was higher than that in conventional cotton indicating that hybrid cotton had more obvious heterosis in growth. The results also indicated that the distribution rate of dry matter and N, P, K to reproductive organs was continuously increased with the growth of cotton, and the distribution rates in hybrid cotton was higher than that of conventional cotton. When lint yield of hybrid cotton was 1778.23 kg/ha, the absorption quantity of N, P₂O₅ and K₂O was 242.92, 82.12 and 247.76 kg/ha, respectively, and the uptake proportion of N, P₂O₅ and K₂O was 1:0.34:1.02. When lint yield of conventional cotton was 1377.21 kg/ha, the absorption quantity of N, P₂O₅ and K₂O was 195.42, 65.64 and 194.09 kg/ha, respectively, and

收稿日期: 2008-11-11

接受日期: 2009-01-05

基金项目: 国家农业科技跨越计划资助。

作者简介: 房卫平(1963—)男, 河南虞城人, 博士, 研究员, 博士生导师, 主要从事棉花遗传育种工作。E-mail: hncot@163.com

the uptake proportion of N, P₂O₅ and K₂O was 1:0.34:0.99.

Key words : hybrid cotton ; conventional cotton ; dry matter ; N , P , K ; accumulation ; distribution

杂交棉比常规棉一般增产 10% 以上,高的达 15%~20%,增产优势明显,种植面积不断扩大。近年来,一些研究表明,杂种优势表达的多数有利性状是由多基因控制,性状表现与环境存在着互作关系^[1-3];不同的种植方式、不同肥力条件下,密度及化学调控对杂交棉的光合特性、产量和品质影响较大^[4-8];杂交棉叶片的叶绿素含量和光合速率比常规棉高,且随叶龄增加下降较慢,产量比常规棉明显高^[9-12]。对常规棉的干物质积累和氮、磷、钾营养吸收方面的研究多有报道^[13-16],但杂交棉在干物质积累和氮、磷、钾营养吸收分配方面与常规棉有何不同的报道则较少。宋志伟等^[17]初步研究了在一定施肥条件下杂交棉的氮、磷、钾吸收分配特点,指出杂交棉和常规棉对氮、磷、钾的吸收均呈 Logistic 曲线,但对杂交棉的干物质积累动态与分配和氮、磷、钾需求量及比例未见报道。为此,本试验在大田高产条件下研究了一定氮、磷、钾量下杂交棉的干物质积累及氮、磷、钾的吸收利用规律,以期为了解和调控杂交棉的生长发育,根据其生长需求施肥,提高肥料利用率提供理论依据和高产高效栽培技术。

1 材料与方法

1.1 试验设计

田间试验于 2006 和 2007 年在河南农业大学郑州科教试验园区进行。试验地土壤为两合土,肥力

中上等,土壤有机质 13.8 g/kg,碱解氮 74.5 mg/kg,速效磷 24.6 mg/kg,速效钾 103.1 mg/kg。供试棉花品种为豫杂 35(V1,河南省农科院经济作物研究所提供)和中棉 41(V2,中国农业科学院棉花研究所提供),小区面积 30 m²,5 行区,行距 1.2 m,3 次重复,随机排列。4 月 10 日育苗,5 月 5 日移栽,密度 2.25 × 10⁴ 株/hm²。施肥量为 N 225 kg/hm²,分安家肥 1/4,花铃肥 2/4,桃肥 1/4 施用;P₂O₅ 90 kg/hm²,K₂O 135 kg/hm²,安家肥和花铃肥各占 1/2。其他管理同一般大田。

1.2 测定项目与方法

2007 年,分别在现蕾盛期(6 月 24 日)、始花期(7 月 10 日)、盛花期(7 月 26 日)、吐絮始期(8 月 31 日)、成熟期(10 月 11 日)取样。每处理取 3 株,按茎、叶和蕾花铃分开烘干称重,粉碎后备用。收获期每小区定 2 行,收获絮铃并计数,测定铃重和衣分,产量按小区单收计产(产量及产量构成因素为两年的结果)。

棉株氮、磷、钾含量的测定:氮采用凯氏定氮法;磷采用钒钼黄比色法;钾采用火焰光度法^[18]测定。

2 结果与分析

2.1 干物质积累及分配

从干物质积累动态(表 1)可看出,杂交棉的各取样期干物质质量均比常规棉的高,6 月 24 日、7 月 10

表 1 杂交棉和常规棉不同时期干物质累积及分配

Table 1 Dry matter accumulations and distribution of hybrid cotton and conventional cotton

日期 Date (m/d)	品种 Variety	干物质积累量 (kg/hm ²) Dry matter accumulation amount				干物质分配比例 (%) Dry matter distribution rate		
		总量 Total	叶片 Leaves	茎枝 Straw	蕾铃 Buds and bolls	叶片 Leaves	茎枝 Straw	蕾铃 Buds and bolls
6/24	V1	495.2 a						
	V2	435.3 b						
7/10	V1	2652.2 a	1336.7*	1095.4 a	220.13 a	50.4	41.3	8.3
	V2	2148.0 b	1097.6 b	910.7 b	139.6 b	51.1	42.4	6.5
7/26	V1	5686.6 a	2419.1 a	2369.0 a	898.5 a	42.5	41.7	15.8
	V2	4603.6 b	2029.7 b	1929.3 b	644.5 b	44.1	41.9	14.0
8/31	V1	12823.5 a	4783.2 a	4770.3 a	3270.0 a	37.3	37.2	25.5
	V2	10010.5 b	3801.0 b	3828.0 b	2381.5 b	38.0	38.2	23.8
10/11	V1	15830.8 a	4186.7 a	4817.3 a	6816.6 a	26.5	30.4	43.1
	V2	12130.7 b	3230.4 b	3796.9 b	5103.4 b	26.6	31.3	42.1

注 (Note): V1—豫杂 35 Yu-za35, V2—中棉 41 Zhong-mian 41; 数值后不同字母分别表示各采样期品种间差异达 5% 显著水平,下同 Values followed by different letters in each sampling date means significant at 5% level between varieties. The same as other tables.

日、7月26日、8月31日和10月11日分别比常规棉高13.76%、23.47%、23.52%、28.10%和30.50%。表明杂交棉中后期有更强的生长优势。就各时期各器官干物质积累量看,开花后蕾花铃的干物质迅速增加,特别是盛花期后增加迅速,而茎叶的干物质在成熟期(10月11日)反而降低。杂交棉和常规棉均表现出随生长发育干物质转向生殖器官的比例不断提高,杂交棉的分配率比常规棉的略高,而茎叶的分配率逐渐减少。可见,后期促进光合产物向生殖器官转运对产量形成非常重要。杂交棉有强大的干物质积累优势是与其叶片有较高的光合能力和持续较长的高光合时间为基础的^[10-11]。

2.2 氮、磷、钾积累及分配

与干物质积累一致,氮的积累总量随着生长发育

不断增加。表2看出,6月24日、7月10日、7月26日、8月31日和10月11日杂交棉氮的积累比常规棉分别提高了21.69%、14.29%、13.6%、21.86%、24.30%,表明杂交棉在各时期均有较强的氮吸收能力,特别是中后期吸收能力更强。从各器官氮积累量变化看,开花后蕾花铃的迅速增加,而茎叶的在成熟期反而下降。两个品种在各时期各器官氮的分配比例差异不大,均表现随生长发育向生殖器官的分配率不断提高,只是杂交棉蕾花铃的分配比例较常规棉的略高。

磷的积累总量也是随着生长发育不断增加。5个调查时期杂交棉比常规棉依次提高了20.9%、23.43%、25.74%、22.13%、25.11%,表明杂交棉各时期比常规棉有很强的磷吸收。磷的分配率和各器官积累量变化和氮的基本一致(表3)。

表2 豫杂35和中棉41不同时期氮吸收量及分配

Table 2 Nitrogen absorption and distribution of hybrid cotton and conventional cotton

日期 Date (m/d)	品种 Variety	氮素积累量(kg/hm ²) Nitrogen accumulation amount				氮素分配比例(%) Nitrogen distribution rate		
		总量 Total	叶片 Leaves	茎枝 Straw	蕾铃 Buds and bolls	叶片 Leaves	茎枝 Straw	蕾铃 Buds and bolls
		6/24	V1	10.9 a				
	V2	9.0 b						
7/10	V1	42.3 a	28.8 a	9.0 a	4.5 a	68.2	21.3	10.5
	V2	37.0 b	21.1 b	8.6 b	3.3 b	67.9	23.2	8.9
7/26	V1	108.5 a	56.3 a	20.0 a	32.2 a	51.9	18.5	29.7
	V2	95.5 b	50.4 b	17.8 b	27.2 b	52.8	18.7	28.5
8/31	V1	215.3 a	81.6 a	31.2 a	102.8 a	38.0	14.3	47.7
	V2	176.7 b	68.4 b	26.6 b	81.6 b	38.7	15.1	46.2
10/11	V1	242.9 a	63.2 a	22.0 a	157.8 a	26.0	9.0	64.9
	V2	195.4 b	51.0 b	20.9 b	123.5 b	26.1	10.7	63.2

表3 豫杂35和中棉41不同时期磷吸收量及分配

Table 3 Phosphorus absorption and distribution of hybrid cotton and conventional cotton

日期 Date (m/d)	品种 Variety	磷素积累量(kg/hm ²) Phosphorus accumulation amount				磷素分配比例(%) Phosphorus distribution rate		
		总量 Total	叶片 Leaves	茎枝 Straw	蕾铃 Buds and bolls	叶片 Leaves	茎枝 Straw	蕾铃 Buds and bolls
		6/24	V1	3.7 a				
	V2	3.1 b						
7/10	V1	8.5 a	5.1 a	2.3	1.1 a	60.0	27.4	12.6
	V2	6.9 b	4.1 b	2.0	0.7 b	60.0	29.4	10.6
7/26	V1	22.8 a	11.0 a	6.3 a	5.6 a	48.2	27.4	24.4
	V2	18.1 b	8.9 b	5.1 b	4.1 b	48.9	28.4	22.8
8/31	V1	65.8 a	19.9 a	14.7 a	31.2 a	30.2	22.4	47.4
	V2	53.9 b	17.0 b	12.7 b	24.2 b	31.6	23.6	44.9
10/11	V1	82.1 a	13.8 a	13.1 a	55.2 a	16.8	16.0	67.2
	V2	65.6 b	11.5 b	10.7 b	43.4 b	17.6	16.3	66.1

表4还显示,钾的积累总量同样随着生长发育而不断增加。各时期杂交棉分别比常规棉提高了20.56%、16.03%、18.43%、23.46%、27.65%,说明杂交棉有较强的吸钾能力,特别是生长后期吸钾能力更强;也说明杂交棉盛铃期补施钾肥增产的科学

性^[19]。两品种钾的分配比例和各器官积累量变化和氮、磷的基本一致,不同的是钾在茎枝的分配比例较氮、磷高;在花铃期杂交棉的蕾花铃的钾分配比例较高,吐絮期以后反而低于常规棉。

表4 豫杂35和中棉41不同时期钾吸收量及分配

Table 4 Potassium absorption and distribution of hybrid cotton and conventional cotton

日期 Date (m/d)	品种 Variety	钾素积累量(kg/hm ²) Potassium accumulation amount				钾素分配比例(%) Potassium distribution rate		
		总量 Total	叶片 Leaves	茎枝 Straw	蕾铃 Buds and bolls	叶片 Leaves	茎枝 Straw	蕾铃 Buds and bolls
6/24	V1	10.3 a						
	V2	8.5 b						
7/10	V1	36.8 a	21.9 a	12.0 a	3.0 a	59.4	32.4	8.2
	V2	31.8 b	19.2 b	11.1 b	2.4 b	60.4	31.9	7.6
7/26	V1	97.0 a	41.0 a	36.7 a	19.2 a	42.3	37.8	19.8
	V2	81.9 b	35.7 b	31.5 b	14.7 b	43.6	38.5	18.0
8/31	V1	203.9 a	48.1 a	58.8 a	97.0 a	23.6	28.9	47.6
	V2	165.1 b	37.5 b	49.3 b	78.3 b	22.7	29.9	47.4
10/11	V1	247.8 a	36.2 a	49.2 a	162.3 a	14.6	19.9	65.5
	V2	194.1 b	23.8 b	39.6 b	130.7 b	12.3	20.4	67.3

2.3 不同生育阶段干物质和氮、磷、钾积累及比例

两品种的干物质和氮、磷、钾的阶段积累量,日积累量和比例变化趋势基本一致,均表现为苗期较少,开花期迅速增加,花铃期最高,吐絮期下降(表5)。其中干物质和氮、磷、钾的阶段积累量和日积累

量,杂交棉明显高于常规棉。而阶段积累比例,干物质和氮、钾在苗蕾期、开花期和盛花期,杂交棉的低于常规棉,而花铃期和吐絮期高于常规棉;磷的阶段积累比例在前期接近,花铃期杂交棉的低于常规棉的,吐絮期杂交棉的高于常规棉的。

表5 不同生育阶段干物质和氮、磷、钾积累及比例

Table 5 Accumulative amount and proportion of dry matter and N, P, K in different periods of cotton growth

生育阶段 Growth phase (m/d)	项目 Item	干物质 Dry matter		N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2
4/25-6/24	AA	495.2	435.3	10.9	1.0	3.7	3.1	10.3	8.5
	AP	3.1	3.6	4.5	4.6	4.5	4.6	4.1	4.4
	DA	8.4	7.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1
6/24-7/10	AA	2157.1	1712.7	31.4	28.0	4.8	3.8	26.6	23.2
	AP	13.6	14.1	12.9	14.3	5.8	5.8	10.7	12.0
	DA	134.8	107.0	2.0	1.8	0.3	0.2	1.7	1.5
7/10-7/26	AA	3034.3	2455.6	66.2	58.0	14.3	11.3	60.1	50.1
	AP	19.2	20.2	27.3	29.7	17.5	17.2	24.3	25.8
	DA	189.6	153.5	4.1	3.6	0.9	0.7	3.8	3.1
7/26-8/31	AA	7137.0	5406.9	106.8	81.2	43.0	35.7	106.9	83.3
	AP	45.1	44.6	43.9	41.6	52.3	54.4	43.2	42.9
	DA	198.3	150.2	3.0	2.3	1.2	1.0	3.0	2.5
8/31-10/11	AA	3007.2	2120.3	27.6	18.8	16.4	11.8	43.9	29.0
	AP	19.0	17.5	11.4	9.6	19.9	18.0	17.7	14.9
	DA	71.6	50.5	0.7	0.4	0.4	0.3	1.0	0.7

注(Note): AA 为阶段积累量 Means accumulative amount (kg/hm²); AP 为积累比例 Means accumulative proportion (%); DA 为日积累 Means day accumulative amount (kg/hm²).

2.4 产量构成及产量比较

对两年的产量结果进行分析表明(表6),杂交棉的总铃数极显著高于常规棉,单铃重显著高于常

规棉;子棉和皮棉产量分别比常规棉增产24.65%~25.93%和29.12~26.86%,差异极显著。

表6 杂交棉与常规棉产量构成及产量比较

Table 6 The comparison of yield and yield factor between hybrid cotton and conventional cotton

年份 Year	品种 Variety	总铃数 Total bolls (No./hm ²)	铃重 Boll weight (g)	衣分 Lint percent (%)	子棉产量 Seed cotton yield (kg/hm ²)	皮棉产量 Lint yield (kg/hm ²)
2006	V1	835218.9 a	5.07 a	40.9	4234.6 a	1731.9 a
	V2	706445.4 b	4.76 b	40.6	3362.7 b	1365.3 b
2007	V1	854721.1 a	5.02 a	40.5	4390.7 a	1778.2 a
	V2	746250.0 b	4.72 b	39.1	3522.3 b	1377.2 b

3 讨论

从本试验结果看,杂交棉的干物质和氮、磷、钾的阶段积累量,日积累量和比例的变化趋势与常规棉的相同,均表现苗蕾期低,开花后明显增加,花铃期最高,吐絮期后显著降低,这与前人研究常规棉的营养吸收动态一致^[15-16];但是,杂交棉的干物质和氮、磷、钾的积累量和日积累强度在各时期均明显高于常规棉,且随着生长发育其比例不断提高。杂交棉和常规棉的干物质和氮、磷、钾在各器官的分配特点,均表现出随生长发育转向生殖器官的比例不断提高,且杂交棉略高于常规棉;但成熟期茎叶的分配率下降,原因主要是叶片衰老脱落以及随叶片衰老其积累储存的碳水化合物和氮、磷、钾再分配到蕾花铃^[20]。所以,后期促进茎叶积累的光合产物及氮、磷、钾向生殖器官转运对产量的形成非常重要。何萍等^[21]研究指出,适宜的氮、磷、钾配比可以促进植株后期干物质从营养器官向生殖器官的转运;李伶俐等^[19]认为,在杂交棉盛铃期补施钾能有效地延缓叶片衰老,显著提高棉花生育后期主茎叶片光合效率,有效地提高总铃数和铃重,使子棉产量提高8.9%~9.3%,纤维比强度提高;薛晓萍等^[13]研究表明,调节氮肥的施用量和时间可以调节棉花迅速生长期的早晚和持续时间,同时也可以改变其干物质积累速率而获得高产。可见,在研究杂交棉的干物质积累及氮、磷、钾的吸收利用规律的基础上,进一步研究氮肥不同施用量和时间,不同氮、磷、钾配合施用条件下杂交棉的干物质积累,氮、磷、钾的吸收利用规律和产量形成很重要。

在本试验条件下,杂交棉皮棉产量达1778.23

kg/hm²时,一生吸收N、P₂O₅、K₂O总量分别为242.92、82.12、247.76 kg/hm²,N:P₂O₅:K₂O=1:0.34:1.02;常规棉皮棉产量达1377.21 kg/hm²时,一生吸收N、P₂O₅、K₂O总量分别为195.42、65.64、194.09,N:P₂O₅:K₂O=1:0.34:0.99,氮、磷、钾的吸收比例和李俊义等^[15]、贾仁清等^[16]研究常规棉的结果相近。为充分发挥杂交棉这一优势,在增加施肥量的基础上要加强后期肥水管理,适当增加盛铃期桃肥的比例,加强后期叶面喷肥,更好地防止后期早衰,促进后期产量形成,对发挥杂交棉的增产优势十分必要。

参考文献:

- [1] 邢朝柱,靖深蓉,邢以华. 中国棉花杂种优势利用研究回顾和展望[J]. 棉花学报, 2007, 19(5): 337-345.
Xing C Z, Jing S R, Xing Y H. Review and prospect on cotton heterosis utilization and study in China [J]. Cott. Sci., 2007, 19(5): 337-345.
- [2] 邢朝柱,喻树迅. 棉花杂种优势表达机理研究进展[J]. 棉花学报, 2004, 16(6): 379-382.
Xing C Z, Yu S X. Study advance of express mechanism in cotton heterosis [J]. Cott. Sci., 2007, 16(6): 379-382.
- [3] 金珠群,陈仲华,黄一青,等. 抗虫杂交棉慈抗杂3号若干生长发育与生理特性的杂种优势研究[J]. 棉花学报, 2004, 16(6): 347-351.
Jin Z Q, Chen Z H, Huang Y Q et al. Studies of heterosis of growth and physiological characteristics of insect-resistant hybrid cotton Ci-kang 3 [J]. Cott. Sci., 2004, 16(6): 347-351.
- [4] 李伶俐,房卫平,马宗斌,等. 杂交棉豫杂35不同肥力条件下适宜密度研究[J]. 中国棉花, 2004, 31(12): 8-10.
Li L L, Fang W P, Ma Z B et al. Study of suitable plant density of hybrid cotton Yu-za 35 under different fertility [J]. China Cott., 2004, 31(12): 8-10.
- [5] 刘忠军,马超,汪萍,等. 杂交棉的化学调控栽培技术[J]. 新疆农业科学, 2008, 45(A01): 74-75.

- Liu Z J, Ma C, Wang P *et al.* Planting technology of chemistry control of hybrid cotton [J]. Xinjiang Agric. Sci., 2008, 45(A01):74-75.
- [6] 马宗斌, 贾文华, 房卫平, 等. 施钾方式对抗虫杂交棉光合特性和产量品质的影响 [J]. 西北植物学报 2007 27(3):577-582.
Ma Z B, Jia W H, Fang W P *et al.* Photosynthesis characteristic, yield and fiber quality of insect-resistant hybrid cotton with different potassium application types [J]. Acta Bot. Bor.-Occid. Sin., 2007, 27(3):577-582.
- [7] 马宗斌, 李伶俐, 房卫平, 等. 稀植留营养枝对杂交棉豫杂 35 通风透光特性及产量品质的影响 [J]. 浙江农业学报, 2006, (2):94-98.
Ma Z B, Li L L, Fang W P *et al.* Effects of low density and retaining monopodiums on ventilation and penetrating light, and yield and quality of hybrid cotton Yuza 35 [J]. Acta Agric. Zhejiangensis, 2006, (2):94-98.
- [8] 李伶俐, 马宗斌, 房卫平, 等. 稀植留叶枝棉花的光合特性和产量品质研究 [J]. 棉花学报 2007, 19(1):8-12.
Li L L, Ma Z B, Fang W P *et al.* Studies on photosynthetic characteristics yield and quality of sparse planting cotton-retaining-leafy-shoots [J]. Cotton Sci., 2007, 19(1):8-12.
- [9] 李伶俐, 房卫平, 谢德意, 等. 不同品种杂交棉的光合特性及产量比较 [J]. 中国农学通报 2006 22(9):189-192.
Li L L, Fang W P, Xie D Y *et al.* Studies on photosynthetic characteristics and yield of different variety of hybrid Cotton [J]. Chin. Agric Sci. Bull., 2006, 22(9):189-192.
- [10] 房卫平, 李伶俐, 马宗斌, 等. 杂交棉高产生理机制研究 [J]. 河南农业科学 2006 (11):39-42.
Fang W P, Li L L, Ma Z B *et al.* Studies on high yield physiological mechanism of hybrid cotton [J]. J. Henan Agric. Sci., 2006, (11):39-42.
- [11] 李伶俐, 林同保, 房卫平, 等. 杂交棉叶片衰老特点及高产生理机制研究 [J]. 河南农业大学学报 2006 40(4):341-345.
Li L L, Lin T B, Fang W P *et al.* Research on high yield physiological mechanism and leaf senescence characteristics of hybrid cotton [J]. J. Henan Agric. Univ., 2006, 40(4):341-345.
- [12] 马宗斌, 李伶俐, 房卫平, 等. 正常叶与鸡脚叶杂交棉光合和叶绿素荧光参数的比较 [J]. 棉花学报 2006, 18(3):150-154.
Ma Z B, Li L L, Fang W P *et al.* Comparative studies on the photosynthetic characteristics and chlorophyll fluorescence parameters with okra-leaf and normal-leaf hybrid cotton cultivars [J]. Cott. Sci., 2006, 18(3):150-154.
- [13] 薛晓萍, 郭文琦, 王以琳, 等. 不同施氮水平下棉花生物量动态增长特征研究 [J]. 棉花学报 2006, 18(6):323-326.
Xue X P, Guo W Q, Wang Y L *et al.* Research on dynamic increase characteristics of dry matter of cotton at different nitrogen levels [J]. Cott. Sci., 2006, 18(6):323-326.
- [14] 李俊义, 刘荣荣. 棉花平衡施肥模型研究 [J]. 棉花学报, 1990 2(2):58-65.
Li J Y, Liu R R. Studies on model of cotton balance fertilization [J]. Cott. Sci., 1990, 2(2):58-65.
- [15] 李俊义, 刘荣荣. 棉花需肥规律研究 [J]. 中国棉花, 1990, 17(4):23-24.
Li J Y, Liu R R. Studies on require fertilizer rule of cotton [J]. China Cott., 1990, 17(4):23-24.
- [16] 贾仁清, 叶德柱, 石吟梅, 等. 高产棉花的干物质积累和氮、磷、钾养分的吸收分配规律探讨 [J]. 中国棉花, 1981 8(5):27-30.
Jia R Q, Ye D Z, Shi Y M *et al.* Discuss on rule of N P K absorption and distribution and dry matter accumulation on high-yield cotton [J]. China Cott., 1981, 8(5):27-30.
- [17] 宋志伟, 刘松涛, 曹雯梅, 等. 杂交棉氮、磷、钾吸收分配特点的研究 [J]. 棉花学报 2006, 18(2):89-93.
Song Z W, Liu S T, Cao W M *et al.* Studies on the characteristics of N, P, K absorption and distribution of hybrid cottons [J]. Cott. Sci., 2006, 18(2):89-93.
- [18] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2005. 263-271.
Bao S D. Analysis of soil and agriculture chemistry [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2005. 263-271.
- [19] 李伶俐, 马宗斌, 张东林, 等. 盛铃期补施钾肥对不同群体棉花光合特性和产量品质的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 18(5):662-666.
Li L L, Ma Z B, Zhang D L *et al.* Effects of applying potassium fertilizer at peak bolling stage on cotton photosynthetic characteristics and its yield and quality under different population [J]. Plant Nutr. Fert. Sci., 2006, 18(5):662-666.
- [20] 江苏农学院. 植物生理学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1990. 60-161.
Jiangsu Academy. Plant physiology [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1990. 60-161.
- [21] 何萍, 王秀芳. 不同氮、磷、钾用量下春玉米生物产量及其组分动态与养分吸收模型研究 [J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(2):123-130.
He P, Wang X F. Research on model of dry matter and nutrient absorption of spring-corn under different N, P, K application rate [J]. Plant Nutr. Fert. Sci., 1998, 4(2):123-130.