

氮钾配合施用对短季棉光合特性和产量品质的影响

李伶俐¹, 房卫平², 马宗斌¹, 谢德意², 杜远仿³, 张东林³

(1. 河南农业大学农学院, 郑州 450002; 2. 河南省农业科学院经济作物研究所, 郑州 450002;
3. 河南省开封县棉花办公室, 开封 475100)

摘要: 大田条件下, 采用施尿素 225 kg · hm⁻²、300 kg · hm⁻² 两个水平和施氯化钾 0 kg · hm⁻²、120 kg · hm⁻²、195 kg · hm⁻² 三个水平, 研究了不同组合对短季棉光合特性和产量品质的影响。结果表明, 在相同施钾水平下, 高氮比低氮的叶片光合能力和产量略有提高, 高氮比低氮的增产效应随钾量的增加而增加, 氮肥的肥效随钾肥的增加而明显提高; 在相同施氮水平下, 2 个施钾的比不施钾的光合能力、产量和纤维品质均显著提高; 不同施钾处理间子棉产量差异极显著; 本试验条件下, 以尿素 300 kg · hm⁻²、氯化钾 195 kg · hm⁻² 组合产量最高。在充足的氮肥条件下, 保证适量钾肥的供应, 维持氮钾平衡对提高短季棉的氮肥利用效率、产量和纤维品质极为重要。

关键词: 氮、钾组合; 光合特性; 产量; 品质

中图分类号: S562.048 **文献标识码:** A

文章编号: 1007-7807(2008)05-0379-06

Effects of N and K on Photosynthetic Characteristics and Yield & Fiber Quality of Short-Season Cotton

LI Ling-li¹, FANG Wei-ping², MA Zong-bin¹, XIE De-yi², DU Yuan-fang³, ZHANG Dong-lin³

(1. College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Economy Crop Research Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China; 3. County Cotton Production Office, Kai Feng, Henan 457100, China)

Abstract: Effects of nitrogen and potassium fertilizer on photosynthetic characteristics and yield & quality of short-season cotton were studied under field experiments. Two urea (N) levels 225 kg · hm⁻² and 300 kg · hm⁻² and three KCl (K) levels 0 kg · hm⁻², 120 kg · hm⁻² and 195 kg · hm⁻² were used in the experiments. The results indicated that photosynthetic capability in leaves of cotton and yield were higher applied more N than less N under the same K levels, and N utilize efficiency increased when applying more K. Meanwhile, photosynthetic capability in leaves of cotton, yield and quality was higher applied K than no K under the same N levels, and seed cotton yield were significantly different when applying different K levels. The highest yield was gained when applying urea 300 kg · hm⁻² and KCl 195 kg · hm⁻² under this experiments condition. So, supplying suitable K to keep balance of N and K is extremely important to improve N utilize efficiency, yield and quality of cotton under enough N.

Key words: nitrogen and potassium fertilizer; photosynthetic characteristics; yield; fibers quality

适量氮肥可提高棉花群体光合效率, 增加纤维长度, 可提高产量^[1-3]; 增施钾肥可提高棉叶光合效率, 延缓叶片衰老, 显著提高棉花产量, 改善纤维品质^[4-8]。氮、钾相互促进, 提高作物的产量

和品质^[9-14], 但对短季棉的影响的相关研究未见报道。本试验在短季棉施氮水平研究的基础上^[15], 设定 2 个较适宜的氮素水平, 与 3 个钾肥水平组合, 研究不同氮钾组合对短季棉叶片光合

收稿日期: 2008-01-28 作者简介: 李伶俐(1961-), 女, 副教授, ndlll@126.com

基金项目: 河南省重大科技攻关(0322010800)

特性及产量品质的影响,以期为短季棉科学施肥提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料和设计

试验于2005年、2006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 $10.3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,碱解氮 $66.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效磷 $23.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效钾 $98.6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。供试氮肥为尿素、钾肥为氯化钾。供试品种为豫早06。试验设2个施氮水平,即尿素 N1($225 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)和 N2($300 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$),按苗期:初花期=3:7分配施用;设3个施钾水平,即氯化钾 K0($0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)、K1($120 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)和 K2($195 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$),按苗期:初花期=1:1分配施用。共设6个处理组合,各处理均施过磷酸钙 $450 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。采用随机区组设计,3次重复。每小区8行,行距50 cm,株距22 cm,小区面积 20 m^2 ,密度为9万株 $\cdot \text{hm}^{-2}$ 。于5月21日套播,生育期间进行缩节胺系统调控,其它管理同大田。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 叶绿素含量测定。每小区定10株,用日本生产的 SPAD-502 叶绿素仪测定中后期主茎倒3叶

和倒7叶不同叶龄的叶绿素含量(SPAD值)。

1.2.2 光合速率测定。选晴天上午9:00-11:00用美国 CID-301PS 便携式光合测定仪,每小区定5株测定棉花主茎倒3叶和倒7叶的光合速率(Pn)。

1.2.3 叶绿素荧光参数的测定。参照文献[4]上的方法测定。

1.2.4 产量构成因素调查。每小区定2行,收获絮铃并计数,测定铃重和衣分,最后小区单收计产。

1.2.5 纤维品质测定。每小区收获两行絮铃轧花后取样,按 HVICC 标准由河南省棉花质量检测中心测定。

2 结果与分析

2.1 不同氮钾组合主茎叶片叶绿素含量

由表1可见,不同处理的倒3叶和倒7叶的叶绿素含量(SPAD值)在中期差异不显著,中后期(08-15)则表现为两个施氮水平间差异不显著,而施钾的显著高于不施钾的,K2的高于K1的,不施钾的叶绿素含量衰减的快。这表明,在本试验条件下,施钾肥可有效的减缓叶片衰老,这与前人研究结果一致^[6,16]。

表1 不同氮钾组合棉花主茎叶片叶绿素含量(SPAD值)

Table 1 The contents of chlorophyll(SPAD value)in trunk leaves of different treatments

处理	调查日期/(月-日)					
	07-06	07-20	08-15	09-08	09-20	
倒3叶	N1K0	46.5a	43.8ab	44.1b	44.7b	33.9b
	N2K0	46.7a	44.2ab	44.6b	45.8b	34.8b
	N1K1	46.3a	45.3a	46.1a	47.5ab	38.1ab
	N2K1	46.7a	44.9a	46.3a	47.9ab	38.0ab
	N1K2	46.9a	45.5a	46.7a	48.4a	39.6a
	N2K2	46.7a	45.8a	46.8a	48.6a	39.5a
倒7叶	N1K0		53.1a	50.1ab	44.1b	
	N2K0		53.4a	50.7ab	44.6b	
	N1K1		53.9a	51.6a	47.3ab	
	N2K1		53.8a	51.9a	47.0ab	
	N1K2		54.0a	52.5a	48.8a	
	N2K2		54.2a	52.4a	48.9a	

注:同列中不同小写字母表示差异达5%显著水平,下同。

表2 不同氮钾组合对棉花主茎叶片光合速率(Pn)的影响

Table 2 The photosynthetic in cotton trunk leaves of different treatments

处理	月-日, $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$				
	倒3叶			倒7叶	
	07-20	08-16	09-20	07-20	08-16
N1K0	16.2a	17.7ab	12.5b	10.8b	8.8c
N2K0	16.1a	17.5ab	13.2b	10.9b	9.2c
N1K1	16.6a	18.3a	15.6a	12.1a	10.9b
N2K1	16.9a	18.4a	15.6a	12.5a	11.2b
N1K2	16.7a	19.2a	16.7a	12.5a	12.6a
N2K2	16.8a	19.5a	16.9a	12.9a	12.8a

2.2 氮钾组合对棉花叶片光合速率(Pn)的影响

由表 2 可见,7 月 20 日和 8 月 16 日各处理组合倒 3 叶的 Pn 差异不大,到 9 月 20 日施钾的各处理组合的 Pn 显著高于不施钾的,而两个施氮水平间没有明显差异;倒 7 叶的 Pn 在 7 月 20 日就表现出施钾处理组合的显著高于不施钾的,08-16K2 组合的显著高于 K1 组合的,K1 组合的显著高于 K0 组合的,而两个施氮水平处理组合间差异不显著。

2.3 氮钾组合对棉花叶片 Fv/Fm、Fv/Fo 和 Φ_{PSII} 的影响

PS II 最大光化学效率(Fv/Fm)和 PS II 潜在光化学活性 Fv/Fo 值大,说明 PS II 反应中心的能量捕捉效率高;实际光化学效率 Φ_{PSII} 是 PS II 反应中心部分关闭时的光化学效率,其值高,说明光合结构电子传递能力强、吸收的光能被用于光

化学反应的份额大,这有利提高叶肉细胞的光合能力,有利于提高棉花光合效率^[6]。从各时期测定结果看(表 3),7 月 20 日各处理组合倒 3 叶的 Fv/Fm、Fv/Fo 和 Φ_{PSII} 差异均不显著,倒 7 叶的 Fv/Fm 和 Fv/Fo 差异也不显著,但施钾组合间的 Φ_{PSII} 差异不显著却均显著高于不施钾组合的;8 月 16 日倒 3 叶和倒 7 叶的各处理组合间的 Fv/Fm 差异均不显著,而 Fv/Fo 表现为施钾组合间的差异不显著但均显著高于不施钾组合的, Φ_{PSII} 表现为倒 3 叶各处理组合间差异不显著,倒 7 叶的施钾组合间差异不显著但均显著高于不施钾组合;9 月 20 日倒 3 叶各处理组合的 Fv/Fm 差异不显著,而 Fv/Fo 和 Φ_{PSII} 表现为施钾组合间的差异不显著但均显著高于不施钾组合的;两个施氮水平组合间各期测定值均表现差异不显著。

表 3 2006 年不同氮钾组合对棉花叶片 Fv/Fm、Fv/Fo 和 Φ_{PSII} 的影响

Table 3 Effects of different treatments on Fv/Fm, Fv/Fo and Φ_{PSII} in cotton leaves

处理	调查日期/(月-日)									
	07-20			08-16			09-20			
	Fv/Fm	Fv/Fo	Φ_{PSII}	Fv/Fm	Fv/Fo	Φ_{PSII}	Fv/Fm	Fv/Fo	Φ_{PSII}	
倒 3 叶	N1K0	0.828a	6.775a	0.743ab	0.829a	6.012b	0.713ab	0.826a	4.332b	0.553b
	N2K0	0.815a	6.782a	0.742ab	0.829a	6.062b	0.716ab	0.825a	4.398b	0.543b
	N1K1	0.821a	6.759a	0.762a	0.833a	6.719a	0.763a	0.832a	5.575a	0.653ab
	N2K1	0.825a	6.812a	0.767a	0.837a	6.706a	0.761a	0.835a	5.618a	0.651ab
	N1K2	0.822a	6.847a	0.761a	0.823a	6.881a	0.772a	0.825a	5.922a	0.668a
	N2K2	0.825a	6.925a	0.768a	0.822a	6.956a	0.768a	0.825a	5.897a	0.673a
倒 7 叶	N1K0	0.845a	5.184ab	0.578b	0.819ab	5.344b	0.603b			
	N2K0	0.848a	5.194ab	0.568b	0.812ab	5.442b	0.606b			
	N1K1	0.848a	5.686a	0.678a	0.853a	6.412a	0.647ab			
	N2K1	0.849a	5.652a	0.683a	0.849a	6.383a	0.650ab			
	N1K2	0.852a	5.829a	0.683a	0.887a	6.489a	0.688a			
	N2K2	0.846a	5.901a	0.689a	0.885a	6.445a	0.682a			

2.4 氮钾组合对棉花产量的影响

从图 1(两年平均)和表 4 可见,两个施氮水平下的子棉产量均表现为随施钾量的增加而增加,不同钾处理间差异极显著。K1 比 K0 显著增效 245.18 kg·hm⁻²,K2 比 K1 显著增效 149.68 kg·hm⁻²,K2 比 K0 显著增效 394.85 kg·hm⁻²,施钾的增产效应明显高于 N2 比 N1 的增产效应;N2 比 N1 的增产效应表现出随钾量的增加而增加的趋势,在 K0 水平下是 15.6 kg·hm⁻²,在 K1 水平下是 22.75 kg·hm⁻²,在 K2 水平下是 63.9 kg·hm⁻²,达到显著差异。此外,氮肥的肥效(1 kg 尿素产子棉量)随钾肥的增加而明显提高。K1 比 K0 的提高 7.6%~9.0%,K2 比 K0 的提高 14.0%~14.6%。这表明在充足的氮肥条件下,增施钾肥对提高氮肥的利用效率和棉花产量极为重要。从表 5 可见,施钾组合主要是提高了

总铃数和铃重,从而在相同施氮水平下(表 4)增施钾肥表现极显著增产;处理组合间比较,除 N1K0 和 N2K0 间差异不显著外,其它各处理组合间差异均显著或极显著,两年均以 N2K2 组合产量最高,并极显著高于其它处理组合。

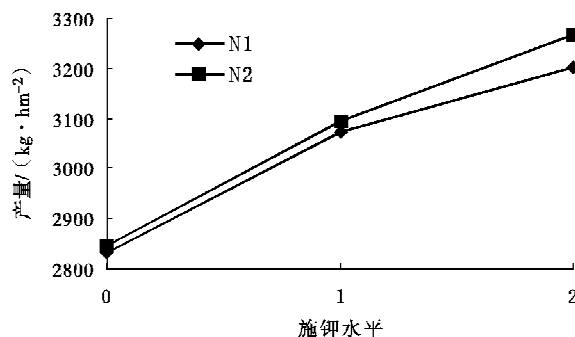


图 1 不同施氮水平下施钾效应分析

Fig. 1 Effect of Potassium under different nitrogen treatments

表 4 不同施钾水平下子棉产量及氮肥肥效比较

Table 4 Comparison of yield and nitrogen utilizing efficiency under different Potassium treatments

年度	K 处理	N1		N2		平均产量 /(kg·hm ⁻²)
		产量 /(kg·hm ⁻²)	1 kg 尿素 产子棉/kg	产量 /(kg·hm ⁻²)	1 kg 尿素 产子棉/kg	
2005	K2	3177.40aA	14.12(113.0)a	3240.80aA	10.80(114.6)a	3209.10aA
	K1	3063.60bB	13.62(109.0)b	3084.70bB	10.28(109.0)b	3074.15bB
	K0	2813.60cC	12.50(100.0)c	2828.30cC	9.43(100.0)c	2820.95cC
2006	K2	3226.70aA	14.34(113.3)a	3291.10aA	10.97(114.0)a	3258.90aA
	K1	3082.30bB	13.70(108.2)b	3106.70bB	10.36(107.6)b	3094.50bB
	K0	2849.10cC	12.66(100.0)c	2865.60cC	9.62(100.0)c	2857.35cC

表 5 不同氮钾组合间棉花产量比较

Table 5 Comparison of cotton yield under different treatments

处理	总铃数/ (个·hm ⁻²)	铃重/g	衣分/%	棉花产量/(kg·hm ⁻²)		
				子棉	皮棉	
2005	N1K0	645324ab	4.36b	36.80	2813.6dD	1035.4d
	N2K0	648015ab	4.36b	37.24	2828.3dD	1053.3d
	N1K1	657426a	4.66ab	37.51	3063.6cC	1149.2c
	N2K1	656988a	4.70ab	37.49	3084.7cC	1156.5c
	N1K2	657864a	4.83a	38.21	3177.4bB	1214.1b
	N2K2	658968a	4.92a	38.34	3240.8aA	1242.5a
2006	N1K0	647367ab	4.40b	36.83	2849.1eD	1049.3d
	N2K0	648786ab	4.42b	36.85	2865.6eD	1055.9d
	N1K1	659346a	4.67ab	37.76	3082.3dC	1163.9c
	N2K1	659587a	4.71ab	37.79	3106.7cC	1174.0c
	N1K2	659857a	4.89a	37.78	3226.7bB	1219.0b
	N2K2	662193a	4.97a	37.82	3291.1aA	1244.7a

表 6 不同氮钾组合间棉花纤维品质(HVICC)比较

Table 6 Comparison of cotton fiber quality different treatments

处理	长度 /mm	比强度 /(cN·tex ⁻¹)	麦克 隆值	整齐度 /%	成熟度	纺纱均匀 性指数	
							上部桃
	N2K0	28.4a	28.2b	4.4a	83.2a	0.81b	152ab
	N1K1	28.5a	29.8ab	4.2a	84.1a	0.91a	158ab
	N2K1	29.2a	29.7ab	4.5a	84.1a	0.89a	161a
	N1K2	28.7a	30.2a	4.3a	84.7a	0.89a	165a
	N2K2	28.6a	30.3a	4.4a	84.3a	0.92a	164a
下部桃	N1K0	28.5a	28.2b	3.5ab	84.4a	0.82a	160a
	N2K0	28.6a	28.2b	3.4a	84.5a	0.83a	162a
	N1K1	28.9a	29.8a	3.6a	85.8a	0.85a	166a
	N2K1	28.5a	29.9a	3.8a	85.9a	0.88a	165a
	N1K2	28.6a	29.6a	3.8a	85.7a	0.86a	166a
	N2K2	28.5a	29.8a	3.7a	85.6a	0.84a	166a

2.5 不同氮钾组合间棉花品质比较

由表 6 可见,不同组合间棉纤维品质差异主要表现在比强度和成熟度上,在相同钾水平下不同氮水平间差异不明显;在同氮水平下 K1 和 K2 间差异不明显,但均明显高于 K0 的。这表明在足量氮肥的基础上,增施钾肥,可明显提高棉纤维品质。

3 讨论

从本试验结果看,在相同施钾水平下,N2 比 N1 的叶片光合能力和产量均有提高,K2 水平下 N2 比 N1 增产显著;N2 比 N1 的增产效应表现出随钾量的增加而提高的趋势,氮肥的肥效随钾肥

的增加而明显提高。这表明增施氮可促进钾的吸收,施钾可促进氮的吸收,提高氮的利用效率。氮、钾对棉花产量具有一定的正交互作用,这与前人的研究结果一致^[9]。在相同施氮水平下,施钾比不施钾的光合能力、产量和纤维品质均显著提高,施钾增产效应显著,与前人的研究结果一致^[6,17,18]。不同施钾组合间子棉产量差异极显著,N2K2 产量最高。总的看,在充足的氮肥条件下,增施钾肥维持氮钾平衡对提高氮肥的利用效率,充分发挥氮的增产效应、提高棉花产量和纤维品质极为重要。

试验中施钾增产效应极显著,反映出棉花喜

钾的特性。有研究指出,土壤速效钾含量为 84~110 mg·kg⁻¹,每公顷施 K₂O 75~150 kg 对棉花有显著的增产作用,纤维品质明显改善^[19];棉花进入盛铃期后,如果土壤速效钾供应不足,会导致产量和纤维品质下降,敏感型品种的减产幅度达 29%~35%^[7,20]。可见,适宜的钾营养是棉花高产、优质的保证,但钾肥的增产效应必须以充足合理的氮肥为基础。

参考文献:

- [1] 张旺锋,王振林,余松烈,等. 氮肥对新疆高产棉花群体光合性能和产量形成的影响[J]. 作物学报,2002,28(5):789-795.
ZHANG Wang-feng, Wang Zhen-lin, YU Song-lie, et al. Effect of nitrogen on canopy photosynthesis and yield formation in high-yielding cotton of Xinjiang [J]. Acta Agr. Sin, 2002,28(5):789-795.
- [2] 王平,陈新平,田长彦,等. 不同水平氮管理对棉花产量、品质及养分平衡的影响[J]. 中国农业科学,2005,38(4):761-769.
WANG Ping, Chen Xin-ping, Tian Chang-yan, et al. Effect of different Irrigation and fertilization strategies on yield, fiber quality and nitrogen balance of high-yield cotton system[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2005,38(4):761-769.
- [3] 李伶俐,马宗斌,谭金芳,等. 控释氮肥对棉花产量的影响及光合特性的研究[J]. 棉花学报,2005,17(5):275-279.
LI Ling-li, Ma Zong-bin, Tan Ji-fang, et al. Effects of controlled release N fertilizer on photosynthesis property and yield of cotton[J]. Cotton Science, 2005,17(5):275-279.
- [4] 王刚卫,田晓莉,谢湘毅,等. 土壤缺钾对棉花钾运转和分配的影响[J]. 棉花学报,2007,19(3):173-178.
WANG Gang-wei, Tian Xiao-li, Xie Xiang-yi, et al. Effects of potassium deficiency on the transport and partitioning of potassium in cotton plant[J]. Cotton Science, 2007,19(3):173-178.
- [5] 房英. 钾肥对棉花产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,1998,4(2):196-197.
FANG ying. Effect of potassium fertilizer on yield and fiber quality of cotton[J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 1998,4(2):196-197.
- [6] 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,2006,12(5):662-666.
LI Ling-li, Ma Zong-bin, Zhang Dong-lin, et al. Effects of applying potassium fertilizer at peak boiling stage on cotton photosynthetic characteristics and its yield and quality under different population[J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2006,12(5):662-666.
- [7] 范希峰,王汉霞,田晓莉,等. 钾肥对棉花产量的影响及最佳施用量研究[J]. 棉花学报,2006,18(3):175-179.
FAN Xi-feng, Wang Han-xia, Tian Xiao-li, et al. Effects of potassium on yield of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and optimal quantity of potassium in huanghuaihai plain, china[J]. Cotton Science, 2006,18(3):175-179.
- [8] 张志勇,王刚卫,田晓莉,等. 棉花品种间苗期钾吸收率的差异研究[J]. 棉花学报,2007,19(1):47-51.
ZHANG Zhi-yong, Wang Gang-wei, Tian Xiao-li, et al. Studies on differences in K uptake efficiency of seedling among cotton varieties[J]. Cotton Science, 2007,19(1):47-51.
- [9] 祖艳群,林克惠. 氮钾营养的交互作用及其对作物产量和品质的影响[J]. 土壤肥料,2000(2):3-7.
ZU Yan-qun, Lin Ke-hui. Effects of interaction of nitrogen and potassium on yield and quality of crop[J]. Soils and Fertilizer, 2000(2):3-7.
- [10] 周青,周桂生,封超年,等. 氮磷钾配比对转基因抗虫棉生育特性、产量及品质的影响[J]. 棉花学报,2005,17(4):253-255.
ZOU Qing, Zou Gui-sheng, Feng Chao-nian, et al. Effects of ratio of nitrogen, phosphorus and potassium on cotton plant development, lint yield and fiber quality[J]. Cotton Science, 2005,17(4):253-255.
- [11] 邢竹,申建波,郭建华,等. 高产棉花营养吸收规律及钾肥效果研究初报[J]. 土壤肥料,1994,4:26-28.
XING Zhu, SHEN Jian-bo, GUO Jian-hua, et al. Alimentation rule and effect of potassium on cotton[J]. Soils and Fertilizer, 1994,4:26-28.
- [12] 王庆祥,姜艳超,吕桂兰. 氮、钾肥对甜玉米产量与品质的影响[J]. 玉米科学,2006,14(3):145-146,153.
WANG Qing-xiang, Jiang Yan-chao, Lü Gui-lan, Effect of nitrogen and potassium on grain yield and quality of sweet maize[J]. Journal of Maize Sciences, 2006,14(3):145-146,153.
- [13] 赵玉臣,严红. 氮钾营养对大豆氮钾代谢与优质高产效应的研究[J]. 东北农学院学报,1991,22(1):1-7.
ZHAO Yu-chen, Yan Hong. Effect of nitrogen and potassium on metabolize of nitrogen and potassium of soybean[J]. Journal of northeast agronomy college,

- 1991, 22 (1): 1-7.
- [14] 金继运, 何萍. 氮钾互作对春玉米生物产量及其组分动态的影响[J]. 玉米科学, 1999, 7(4): 57-60.
JIN Ji-yun, He Ping. Effect of interaction of nitrogen and potassium on biology yield and component of spring-corn[J]. Journal of Maize Science, 1999, 7(4): 57-60.
- [15] 李伶俐, 马宗斌, 谢德意, 等. 不同施肥与缩节胺用量对麦后直播短季棉产量的影响[J]. 河南农业科学, 2005, 9: 61-63.
LI Ling-li, Ma Zong-bin, Xie De-yi, et al. Effect of different fertilizer application combined with different DPC quantities on yield of short-season cotton directly seeded after wheat[J]. Journal of Henna Agricultural Science, 2005, 9: 61-63.
- [16] 马宗斌, 李伶俐, 谢德意, 等. 盛铃期施钾对棉花光合特性和产量的影响[J]. 河南农业大学学报, 2006, 40 (1): 22-26.
MA Zong-bin, Li Ling-li, Xie De-yi, et al. Effects of applying potassium fertilizer at peak boiling stage on cotton photosynthesis characteristic and yield [J]. Journal of Henan Agricultural University, 2006, 40 (1): 22-26.
- [17] 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 Zong-bin, Jia Wen-hua, Fang Wei-ping, et al. Photosynthesis characteristic, yield and fiber quality of Insect-resistant hybrid cotton with different potassium application types[J]. Acta Bot Borea1-Occident Sin, 2007, 27(3): 577-582.
- [18] 刘燕, 王进友, 张祥, 等. 钾营养对高品质棉不同部位棉铃发育及内源激素影响的研究[J]. 棉花学报, 2006, 18(4): 209-212.
LIU Yan, Wang Jin-you, Zhang Xiang, et al. Effects of potassium on boll development of different positions and influence of endogenous hormone mechanism in high quality cotton[J]. Cotton Science, 2006, 18 (4): 209-212.
- [19] 张学斌, 汪立刚, 王继印, 等. 河南省中等产低产棉区域施用钾肥的效果研究[J]. 中国棉花, 2001, 29(4): 7-9.
- [20] CASSMAN K G, Kerbu T A, Roberts B A, et al. Differential response to two cotton cultivars to fertilizer and soil potassium[J]. Agronomy Journal, 1989, 81: 870-876. ●