

不同灌水量和施钾水平对棉花产量及其构成因素的影响

冯克云

(甘肃省农业科学院作物研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 试验在甘肃敦煌棉田设 3 个灌水量和 5 个钾肥施用水平, 研究水分和钾肥对棉花产量及产量构成因素的影响, 以明确西北内陆特早熟敦煌棉区棉花钾肥与水分的合理指标。结果表明: 灌水和钾肥均会影响棉花的单株结铃数、单铃重和衣分, 最终影响棉花的产量。其中灌水量主要影响棉花的单株结铃数, 随着灌水量的增加, 棉花的单株结铃数相应增多, 但棉花的生育期相对延长, 因而降低棉花的霜前花率。钾肥对棉花的单铃重、衣分和产量影响很大, 试验各处理施用钾肥后, 与对照(不施钾肥)比, 棉花的单铃重、衣分和产量差异达到极显著水平。同时, 要使钾肥发挥最好的肥效, 必须严格控制灌水量, 在土壤速效钾含量为 140 mg/kg 的沙壤土条件下, 灌水总量控制在 3 000 m³/hm², K₂O 施用量为 105.0 kg/hm² 时, 可以使棉花的产量达到最高。

关键词: 棉花; 灌水量; 钾肥; 产量因素; 产量

中图分类号: S562.06 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)06-0044-06

钾是肥料三要素之一^[1], 也是植物生长发育所必需的营养元素^[2]。在 N、P、K 三要素中, 植物对 N、K 的需求量相对较大, 喜钾作物需钾量甚至高于需氮量^[3]。作物对水分和养分的传输、吸收往往同时进行, 而且水分和养分对作物生长发育起着交互影响^[4,5]。农业生产实践证明, 施用钾肥对提高作物产量和改进品质均有明显的作用^[6,7]。棉花属需水需肥较多的作物^[8,9], 也是属于喜钾作物, 在合理施用 N、P 肥的基础上增施钾肥并适量灌水, 能充分发挥水肥之间的协同效应, 能明显改善棉花生长状况, 增加结铃数、单铃重和衣分, 最终提高棉花产量和改进纤维品质^[10]。适宜的钾营养和水分供应, 可提高棉纤维的含量; 钾素施用量不同, 其效果也不一样。大量试验证明, 棉花在进入大量结铃期后, 如果土壤速效钾供应不足或根系的吸收功能急剧衰退,

均会导致产量和纤维品质的下降^[11,12], 增施钾肥可以显著提高棉花产量、改善纤维品质^[13,14]。适宜的水分和钾营养是棉花高产、优质的保证。本研究以西北内陆特早熟敦煌棉区棉花为研究对象, 研究水分和钾肥对棉花产量及产量构成因素的影响, 为棉花合理灌水和施肥以及棉花优质、高效栽培提供理论依据和技术参考。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验设在敦煌市肃洲镇板桥 6 组, 供试钾肥为 KCl, K₂O 含量为 60%, 由青海省滨地钾肥股份有限公司生产。灌溉用水引自祁连山。土壤类型为砂壤土, 其基本理化性状见表 1; 供试棉花品种为陇棉 1 号。

表 1 供试土壤基本理化性状

Table 1 Basic physical and chemical properties of the tested soil

全氮(%) Total N	全磷(%) Total P	全钾(%) Total K	水解氮(mg/kg) Hydrolytic N	速效磷(mg/kg) Available P	速效钾(mg/kg) Available K	有机质(%) Organic matter
0.087	0.059	1.853	73.5	28.4	140.56	1.327

1.2 试验设计及管理

试验于 2007 年在敦煌市肃洲镇板桥 6 组棉花试验田进行, 播种前施磷酸氢二铵 225 kg/hm² 作底

肥, 花铃期追施尿素 150 kg/hm²; 试验设置了 3 个灌水水平和 5 个钾肥水平。3 个灌水水平分别为 W1、W2、W3 (其灌水量分别为 2 400 m³/hm²、3 000

收稿日期: 2009-04-27

基金项目: 农业部“棉花抗枯萎病品种引进、选育及丰产栽培技术研究(EJ94-1)

作者简介: 冯克云(1974-), 男, 甘肃会宁人, 助理研究员, 主要从事棉花新品种选育及栽培技术研究工作。

m^3/hm^2 、 $3\ 600\ m^3/hm^2$),全生育期灌水 3 次,从现蕾期开始浇头水,其中灌水间隔 25 d,灌水定额分别为:($900+900+600$) m^3/hm^2 、($1200+1200+600$) m^3/hm^2 、($1350+1350+900$) m^3/hm^2 ,5 个钾肥水平分别为 K1、K2、K3、K4、K5,其施钾量分别为 0、52.5、105、157.5、210 kg/hm^2 ,钾肥为 KCl (K_2O 含量为 60%),其中以不施钾肥为对照。钾肥在浇头水前一次性施入,其它管理措施相同。小区为 8 行区,行长 6 m,面积 18 m^2 ,株距 25 cm,行距 35 cm,试验采用完全区组设计,随机排列,3 次重复,共 45 个处理小

区。4 月 25 日播种,5 月 3 日出苗,5 月 15 日定苗,吐絮期调查单株结铃数,利用实收小区产量来换算单位面积产量。室内考种内容主要包括单铃重、衣分、纤维长度。

2 结果与分析

棉花不同灌水、施钾水平产量构成因素及产量的试验结果列于表 2。表 2 中数据为 3 次重复测定结果的平均值。利用 DPS^[8]数据处理软件的二因素方差分析对试验数据进行处理。

表 2 不同处理下棉花产量构成因素及产量

Table 2 The impact of irrigation and potassium on cotton yield and its component factors

处理 Treatment		单株铃数 Bolls (No. ·)	单铃重 Boll weight (g)	衣分 Lint percentage (%)	平均产量 Average yield (kg/hm^2)
灌水量 Irrigation	钾肥 Potassium				
W1	K1	6.5	5.11	38.12	1969.5
	K2	6.9	5.13	38.13	2002.5
	K3	6.8	5.21	38.24	1990.5
	K4	6.4	5.24	38.34	1990.5
	K5	6.7	5.26	38.35	1996.5
W2	K1	7.7	5.65	39.78	2089.5
	K2	7.9	5.56	40.16	2089.5
	K3	8.1	6.96	41.18	2319.0
	K4	7.8	6.90	41.16	2281.5
	K5	8.1	6.89	41.20	2259.0
W3	K1	8.2	5.38	39.86	2109.0
	K2	8.7	6.44	40.21	2157.0
	K3	8.3	6.97	41.67	2200.5
	K4	8.9	6.87	41.12	2191.5
	K5	8.6	6.88	41.61	2133.0

2.1 不同灌水、施钾处理对棉花单株结铃数的影响

钾肥和灌水量对棉花的单株结铃数都有不同程度的影响,相同的钾肥水平,单株结铃数随着灌水量的增加而增加;但在灌水量相同时,不同的钾肥用量,棉花单株铃变化较小(图 1),经方差分析,施钾和不施钾之间单株结铃数达到极显著水平,其它各钾肥处理之间单株结铃数差异不显著(表 3)。三个不同的水分处理中,其单株结铃数差异极显著,在灌水量为 $2\ 400\ m^3/hm^2$ 时,棉花的单株结铃数最小,其平均值为 6.7 个,在灌水量为 $3\ 600\ m^3/hm^2$ 时,棉花的单株结铃数达到最大值,其平均值为 8.5 个,在不同的处理之中,W3 K4 处理棉花的单株结铃数达到最大值 8.9 个。由此可见,钾肥和灌水量都会影响棉花的单株结铃数(表 4,5)。

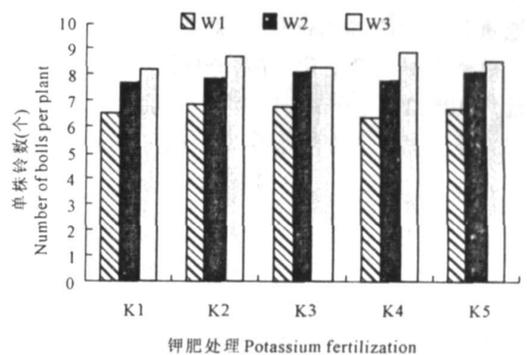


图 1 不同水钾处理对棉花单株铃数的影响

Fig.1 Effect of different irrigation and potassium fertilization on number of bolls per plant

表 3 不同灌水、钾肥水平单株结铃数方差分析

Table 3 Analysis of variance of boll number in different irrigation and potassium fertilization

变异来源 Variation sources	平方和 Square	自由度 DF	均方 MS	F 值 F value	显著水平 Significant level
灌水处理间 Irrigation	9.1773	2	4.5887	95.93	0
钾肥处理间 Potassium application	0.2493	4	0.0623	1.303	0.3465
误差 Error	0.3827	8	0.0478	—	—
总变异 Total variation	9.8093	14	—	—	—

表 4 不同灌水量棉花单株结铃数差异显著水平

Table 4 Significant level in different irrigation

处理 Treatment	单株结铃均值(个) Average(No.)	W3	W2	W1	5%显著水平 5% level	1%显著水平 1% level
W3	8.54	—	0.002	0.0001	a	A
W2	7.92	0.62	—	0.0001	b	B
W1	6.66	1.88	1.260	—	c	C

表 5 不同钾肥水平单株结铃数方差分析

Table 5 Variance analysis of boll number in different potassium fertilization

处理 Treatment	单株结铃均值(个) Average(No.)	K2	K5	K3	K4	K1	5%显著水平 5% level	1%显著水平 1% level
K2	7.93333	—	0.5538	0.3811	0.3110	0.0075	a	A
K5	7.80000	0.1333	—	0.7652	0.6554	0.0188	a	AB
K3	7.73333	0.2000	0.0667	—	0.8811	0.0304	a	AB
K4	7.70000	0.2333	0.1000	0.0333	—	0.0386	a	AB
K1	7.16667	0.7667	0.6333	0.5667	0.5333	—	b	B

2.2 不同灌水、施钾处理对棉花单铃重的影响

由图 2 可知,在灌水量为 $2\ 400\ \text{m}^3/\text{hm}^2$ 时,不同钾肥处理对棉花单铃重的影响较小,棉花的单铃重也最小,当灌水量增加至 $3\ 000\ \text{m}^3/\text{hm}^2$ 和 $3\ 600\ \text{m}^3/\text{hm}^2$ 时,单铃重随着钾肥量的增加而增加,当钾肥量为 $105\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 时,单铃重达到最大值 $6.96\ \text{g}$,当钾肥施量超过 $105\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 时,钾肥用量的增加并没有引起单铃重的明显变化,方差分析结果表明,在钾肥用量为 105 、 $210\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 时,两个不同水分处理单铃重的差异不显著。在灌水量为 $3\ 000\ \text{m}^3/\text{hm}^2$,钾肥量为 $105\ \text{kg}/\text{hm}^2$,棉花的单铃重达到最大值(表 6, 7, 8)。

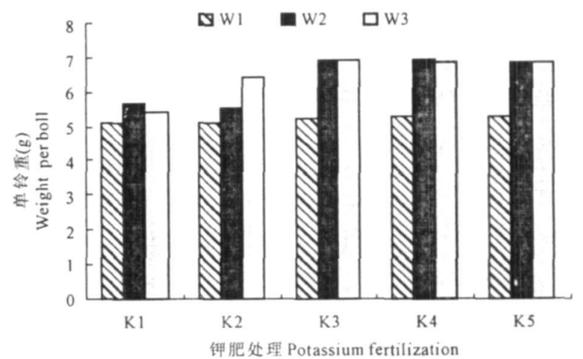


图 2 不同水钾处理对棉花单铃重的影响

Fig. 2 Effect of different irrigation and potassium fertilization on weight per boll

表 6 不同灌水、钾肥水平单铃重方差分析

Table 6 Variance analysis of boll weight in different irrigation and potassium fertilization

变异来源 Variation source	平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F 值 F value	显著水平 Significant level
灌水处理间 Irrigation	6.1830	2	3.0915	29.456	0.0002
钾肥处理间 Potassium application	2.1455	4	0.5364	5.111	0.0243
误差 Error	0.8396	8	0.1050	—	—
总变异 Total variation	9.1681	14	—	—	—

表 7 不同灌水量棉花单铃重差异显著水平

Table 7 Significant level of boll weight in different irrigation

处理 Treatment	单铃重均值(g) Average	W2	W3	W1	5%显著水平 5% level	1%显著水平 1% level
W2	6.592	—	0.6926	0.0001	a	A
W3	6.508	0.084	—	0.0002	a	A
W1	5.190	1.402	1.3180	—	b	B

表 8 不同钾肥水平单铃重方差分析

Table 8 Variance analysis of boll weight in different potassium fertilization

处理 Treatment	单铃重均值(g) Average	K3	K5	K4	K2	K1	5%显著水平 5% level	1%显著水平 1% level
K3	6.38000	—	0.8932	0.8739	0.2388	0.0054	a	A
K5	6.34333	0.0367	—	0.9805	0.2896	0.0066	a	A
K4	6.33667	0.0433	0.0067	—	0.2997	0.0068	a	A
K2	6.04333	0.3367	0.3000	0.2933	—	0.0365	a	AB
K1	5.38000	1.0000	0.9633	0.9567	0.6633	—	b	B

2.3 不同灌水、施钾处理对棉花衣分的影响

水分对棉花衣分的影响很大,由图 3 可以看出,在灌水量为2 400 m³/hm²时,各钾肥水平棉花衣分都很低,当灌水量增加时,棉花的衣分随着增高。在灌水量为3 000、3 600 m³/hm²时,随着钾肥的增加,棉花衣分的变化幅度较大,但当钾肥用量超过 105 kg/hm²时,随着钾肥量的增加,衣分的增幅极小。方差分析结果表明,灌水量 W2、W3 与 W1 之间棉花衣分差异及显著,K3、K4、K5 与 K2、K1 之间棉花衣分同样达到极显著水平。这进一步表明,在土壤速效钾为 140 mg/kg 的情况下,棉田增施 105 kg/hm² 的钾、灌水量达到3 000 m³/hm² 就能使棉花的衣分达到最大值(表 9, 10, 11)。

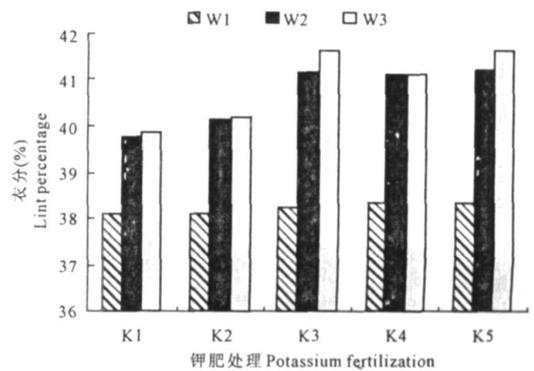


图 3 不同水钾处理对衣分的影响

Fig.3 Effect of different irrigation and potassium fertilization on lint percentage

表 9 不同灌水、钾肥水平棉花衣分方差分析

Table 9 Variance analysis of lint percentage in different irrigation and potassium fertilization

变异来源 Variation Source	平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F 值 F value	显著水平 Significant level
灌水处理间 Irrigation	10.3420	2	5.1712	3398.402	0
钾肥处理间 Potassium application	8.7898	4	2.1975	1444.127	0
误差 Error	0.0122	8	0.0015	—	—
总变异 Total variation	19.1440	14	—	—	—

表 10 不同灌水量棉花衣分差异显著水平

Table 10 Significant level of lint percentage in different irrigation

处理 Treatment	衣分均值(%) Average	W3	W2	W1	5%显著水平 5% level	1%显著水平 1% level
W3	41.196	—	0.0992	0.0001	a	A
W2	41.150	0.046	—	0.0001	a	A
W1	39.412	1.784	1.7380	—	b	B

表 11 不同钾肥量棉花衣分差异显著水平

Table 11 Significant level of lint percentage in different potassium fertilization

处理 Treatment	衣分均值(%) Average	K3	K4	K5	K2	K1	5%显著水平 5% level
K3	41.180	—	0.7616	0.2107	0.0001	0.0001	a
K4	41.170	0.0100	—	0.3259	0.0001	0.0001	a
K5	41.137	0.0433	0.0333	—	0.0001	0.0001	a
K2	40.190	0.9900	0.9800	0.9467	—	0.0001	b
K1	39.253	1.9267	1.9167	1.8833	0.9367	—	c

2.4 不同灌水、施钾水平对棉花产量的影响

产量构成因素直接影响棉花的产量,从图 4 可以看出,各小区平均产量在灌水量为 $3\ 000\ \text{m}^3/\text{hm}^2$,施钾量为 $105\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 时最高,利用 DPS 数据处理软件的二因素方差分析对试验数据进行处理,结果表明,不同的灌水处理间、同一灌水量不同钾肥水平间、灌水与钾肥交互区组间差异都达到了极显著水平,这表明在本试验中,灌水量、钾肥对棉花的产量有很大的影响(表 12);把各小区的产量进一步多重比较,结果表明,在灌水量为 $3\ 000\ \text{m}^3/\text{hm}^2$,钾肥用量为 105 、 157.5 、 $210\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 时,棉花产量与其他各处理间差异达到极显著水平,在钾肥用量为 $105\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 时产量最高(表 13)。

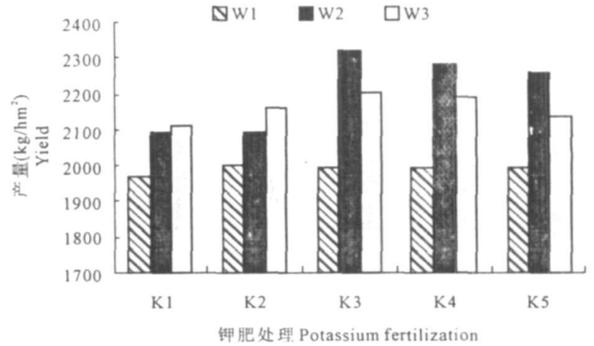


图 4 不同水钾处理对棉花产量的影响

Fig. 4 Effect of different irrigation and potassium fertilization on cotton yield

表 12 各处理间联合方差分析

Table 12 Variance analysis of different treatments

变异来源 Variation Source	平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F 值 F value	显著水平 Significant level
区组间 Block	146.2686	2	73.13427	4.14583	0.02648
不同灌水间 Irrigation	1665.3940	2	832.69690	47.20390	0
不同钾肥间 Potassium	347.6807	4	86.92016	4.92733	0.00390
灌水×钾肥 Irrigation×Potassium	257.9151	8	32.23938	1.82759	0.11371
误差 Error	493.9319	28	17.64043	—	—
总变异 Total variation	2911.1900	44	—	—	—

3 结论

本试验结果表明,水分和钾肥对棉花的产量及产量构成因素影响很大,在保证棉田水分、氮素、磷肥需求的条件下,适当增施钾肥,会大大提高棉花的单株结铃数、单铃重和衣分,进而提高棉花的产量。适量增施钾肥对棉花单株结铃数、单铃重和衣分都有不同程度的影响,但主要影响棉花的单铃重和衣分。

在西北内陆特早熟棉区敦煌棉区砂壤土土壤速效钾含量为 $140\ \text{mg}/\text{kg}$ 左右,正常施用 N、P 肥的基础上,棉花全生育期灌水总量为 $3\ 000\ \text{m}^3/\text{hm}^2$,钾肥施用量为 $105\ \text{kg}/\text{hm}^2$,就能保证该棉区棉花水分和钾素营养,使该棉区棉花达到理想的增产效果。

由于棉花生产的水分、钾营养问题逐渐突出,可以预见关于棉花水分和钾营养关系的研究将会不断加强,本试验在此方面进行了初步的探讨,虽然取得了有意义的结果,但还需要进行系统的深入研究。

表 13 各处理间产量差异显著性

Table 13 Significant difference between treatments

处理 Treatment	产量均值(kg/hm ²) Average	位次 Precedence	5%显著水平 5% level	1%显著水平 1% level
W2K3	2349.0000	1	a	A
W2K4	2276.5005	2	b	AB
W2K5	2249.5005	3	bc	AB
W3K3	2243.5005	4	bcd	B
W3K4	2236.9995	5	bed	BC
W2K2	2235.0000	6	bed	BC
W3K2	2235.0000	7	bed	BC
W3K5	2231.5000	8	bed	BCD
W3K1	2221.0005	9	bed	BCDE
W2K1	2180.5000	10	cde	BCDEF
W1K5	2166.0000	11	de	BCDEF
W1K4	2127.4500	12	ef	CDEF
W1K2	2119.5000	13	ef	EF
W1K3	2086.5000	14	f	FG
W1K1	2011.0000	15	g	G

参考文献:

- [1] 江建华,张居翠.钾肥对棉花产量和品质的影响[J].上海农业科技,2007,(4):58-59.
- [2] 曾胜河,吴志勇,闫静,等.棉田生态系统中钾元素的施用效益研究[J].新疆环境保护,2004,(6):91-94.
- [3] 襄子芹.棉田施钾,势在必行[J].农村实用科技信息,1999,(8):21.
- [4] 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.
- [5] 程洪花.棉花怎样补施钾肥[J].江西棉花,2006,(4):38-39.
- [6] 何华,赵世伟,陈国良.不同水肥条件对马铃薯肥料N利用率的影响[J].应用生态学报,2000,11(2):235-239.
- [7] 李世清,李生秀.水肥配合对玉米产量和肥料效果的影响[J].干旱地区农业研究,1994,12(1):47-53.
- [8] 王文军,叶舒娅,武际,等.硫酸钾镁肥对棉花生长、产量和经济效益的影响[J].安徽农业科学,2007,35(3):776,812.
- [9] 王俊福,方荣禄.生物钾在农业上的应用[J].现代农业科技,2006,(4):92-93.
- [10] 唐启义.DPS数据处理系统[M].北京:农业出版社,2002.
- [11] 姜益娟,郑德明,闫志顺.新疆棉花施钾效果研究[J].2005,23(2):91-94.
- [12] 梁金香,王玉朵,韩梅,等.棉花施钾的增产效果及其技术研究[J].土壤肥料,2003,(3):17-19.
- [13] 孙克刚,姚健,焦有,等.棉花的需肥规律与施钾研究[J].土壤肥料,1999,(3):12-14.
- [14] 张素菲.棉田钾肥肥效临界值的研究[J].土壤通报,1991,(2):79-81.

Effect of different irrigation and potassium on cotton yield and its component factors

FENG Ke-yun

(Institute of Crop, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: In order to determine the impact of irrigation and potassium to yield and its factors for cotton, 3 treatments of irrigation and 5 treatments of potassium levels were used. The test variety is Longmian No. 1. The result showed that irrigation and potassium fertilization will affect the boll number of cotton, boll weight and lint percentage, and the yield of cotton as the ultimate result. Irrigation mainly affects boll number of cotton. With the increase in irrigation, cotton plants increase correspondingly in the number of bolls, but relatively extended period of fertility, thereby reducing the cotton flower before frost rate. Potassium fertilization mainly affects boll weight and lint percentage of cotton plant. Of all the treatments, the application of potash fertilizer and no potash fertilizer, the yield difference reached a very significant level. However, to play the best potash fertilizer efficiency, we must strictly control irrigation. In the conditions of K content in the soil was 140 mg/kg and normal application of N, P fertilizer, to irrigate water 3 000 m³/hm², fertilize K₂O 105.0 kg/hm², can make the highest yield of cotton.

Keywords: cotton; irrigation; potassium; component factor; yield