



不同钾效率基因型棉花对不同钾水平反应的差异^[1]

王晓丽, 姜存仓*, 郝艳淑, 鲁剑巍

(华中农业大学资环学院植物营养实验室, 武汉 430070)

摘要: 为了研究不同钾水平对不同钾效率基因型棉花生长发育的影响, 在湖北省洪湖市大同湖试验基地进行了田间试验。结果表明: 高效基因型棉花 103 在营养生长转为生殖生长时进度较快, 较早进入生殖生长阶段, 有利于产量的形成; 而低效基因型棉花 122 营养生长期较长, 营养器官生长较旺盛。103 结桃数较多, 伏桃比例较大, 而 122 形成较多的秋桃, 不利于高产。103 的功能叶中钾含量均高于 122, 说明 103 吸钾效率较高。从肥料的产量效应、施肥的经济效益、施肥养分的利用效率三大方面分析, 103 各处理比 122 相应处理经济效益高, 钾肥农学利用率也较高。

关键词: 棉花; 基因型; 生长发育; 钾含量; 经济效率

钾是植物必需的营养元素之一, 在植物生长发育和代谢过程中具有重要的作用^[1]。近几十年来, 由于多方面的原因, 作物对钾的需求量明显增加。我国大部分地区土壤含钾量偏低, 供钾能力不足, 施用钾肥后, 往往有显著的增产效果^[2]。世界各国也甚为重视土壤钾素的研究和钾肥在农业上的应用, 近年来, 为获得钾营养高效的种质资源, 国内外学者们进行了营养基因型差异的研究^[3-4], 这不仅能为选育钾高效基因型提供遗传材料, 而且对提高土壤中钾素和钾肥的利用率具有重要意义。

棉花是重要的经济作物, 对钾需求较高, 钾的缺乏已经成为限制棉花提高产量和品质的最关键的营养元素^[5]。本试验以钾高效高增产潜力基因型棉花 103 和钾低效低增产潜力基因型棉花 122 为材料, 通过大田试验探讨不同基因型棉花在不同钾营养水平下生长发育和钾含量的差异, 并计算经济效率, 以期选育钾高效基因型棉花提供材料, 也为棉农增产增收提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与设计

1.1.1 供试材料

供试材料为华中农业大学微量元素研究中心在 2001-2005 间通过“两步筛选法”从 86 个棉花种质资源中筛选出来的两个棉花品种^[6], 分别是钾“双高”(钾高效和高增产潜力)基因型 103 和钾“双低”(钾低效和低增产潜力)基因型 122。种子由华中农业大学作物遗传育种研究所和中国农业科学院棉花研究所种质资源室提供。供试土壤采自湖北省洪湖市大同湖农场, 为花岗片麻岩发育而成的黄褐土, 基本理化性状见表 1。

* 国际植物营养研究所基金项目 (IPNI-HB-37) 资助

作者简介: 王晓丽, 女, 1987 年生, 硕士研究生, E-mail: Wangxiao.ying.1987@163.com

※ 通讯作者: 姜存仓, 男, 博士, 副教授, 主要从事植物营养机理与施肥研究。E-mail: jcc2000@mail.hzau.edu.cn

表1 土壤基本理化性状

pH	有机质	碱解氮	全氮	速效磷	速效钾	缓效钾	有效硼
	(克/公斤)	(毫克/公斤)	(克/公斤)	(毫克/公斤)			
8.0	17.5	75.3	0.74	5.6	133.4	375.3	0.41

1.1.2 试验设计

该试验为2个棉花品种和3个施钾水平的组合，共设6个处理，分别为：103K0：103品种不施钾，103K1：103品种低钾处理，施9公斤K₂O/亩；103K2：103品种高钾处理，施18公斤K₂O/亩；122K0：122品种不施钾；122K1：122品种低钾处理，施9公斤K₂O/亩；122K2：122品种高钾处理，施18公斤K₂O/亩。每个处理有4次重复，共24个小区，小区面积为20平方米。小区排列如表2：

表2 小区排列分布图

重复 I	重复 II	重复 III	重复 IV	小区株数
103K1	103K2	103K0	103K1	42
103K0	103K1	103K2	103K0	42
103K2	103K0	103K1	103K2	42
122K0	122K1	122K2	122K1	42
122K1	122K2	122K0	122K2	42
122K2	122K0	122K1	122K0	42

所施肥料为尿素(46% N)，磷酸二铵(15-42-0)，氯化钾(60% K₂O)，硼砂。各处理施用相同的氮、磷和硼肥，每平方米施N 30克，P₂O₅ 9克。氮肥基施45%，提苗肥10%，花铃肥30%，补桃肥15%；磷肥全部基施；钾肥60%基施，40%作花铃肥。

1.2 试验方法

1.2.1 种植与管理

试验于4月6日播种，4月12日齐苗；4月19日大田施底肥(1厢2行棉花中间开一条底肥沟)；4月27日(1叶1心期)移栽；6月5日进入现蕾期；7月4日施花铃肥；8月1日施盖顶肥，打顶心；10月20日前累计统计产统计分析。种植过程中要注意水肥管理，防虫治病，定期记录考察棉株生长动态。

1.2.2 项目测定与数据处理

记录考察棉株的株高、叶片数、桃数等生长动态变化以及棉花产量，株高用直尺直接测量，叶片数以完全展开的真叶数为准。叶片中的钾含量采用1mol/L盐酸浸提，火焰光度计法测定。

①肥料的产量效应

例如：处理① NP：Y₁

处理② NPK：Y₂

(1)增产量：Y = Y₂ - Y₁；

(2)增产率：(Y₂ - Y₁) × 100% / Y₁；

②施肥的经济效益

(1)增加收入：增产量 × 产品价格

(2)净收益(利润)：增加收入 - 增加成本

(3)产投比(VCR): 增加收入/增加成本

③施肥养分的利用效率

(2)肥料的农学利用率(公斤/公斤): (施肥区产量—不施肥区产量)/增施纯养分量

(2)肥料贡献率(%): (施肥区产量—不施肥区产量)/施肥区产量 × 100%

2 结果与分析

2.1 不同钾处理对不同基因型棉花生长发育的影响

2.1.1 不同钾处理对不同基因型棉花叶片数的影响

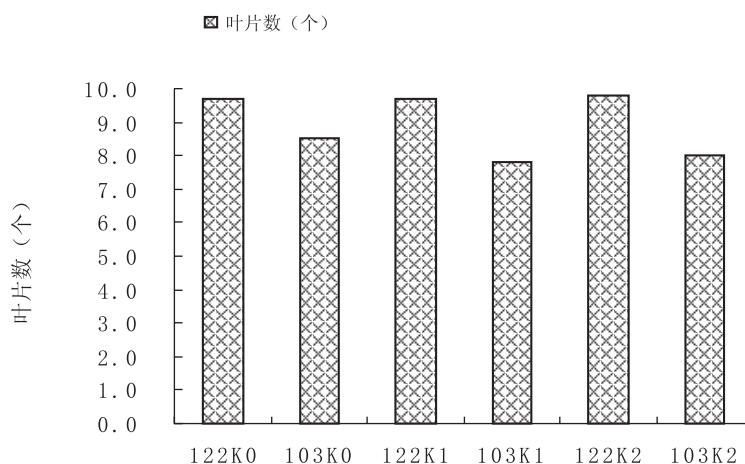


图1 不同钾处理对不同基因型棉花叶片数的影响

从6月5日叶片生长状况调查结果可以看出(图1),棉花进入现蕾期,122各处理的叶片数均多于103各处理。说明在此阶段122营养生长仍较旺盛,而103逐渐由营养生长为主转入营养生长和生殖生长并进的阶段,103营养生长逐渐放缓,营养物质更多的向生殖器官转移,有利于坐蕾、坐桃,为后期桃铃的形成奠定物质基础,这也许就是103之所以高产的机制之一。

2.1.2 不同钾处理对不同基因型棉花桃数的影响

7月15日之前为伏前桃,由图2可以看出,103和122伏前桃数均随钾肥用量增加而增多,两种基因型差异不大。7月16日—8月15日所结的桃为伏桃,103在此阶段桃数大幅增加,且随施钾量增加桃数相应增加,而122则没有明显变化,这说明103能很好的吸收和利用钾素,较快较好的进入生殖生长,保证足够多的伏桃数目,而122伏桃数目较少,钾素的增加对伏桃的形成影响不显著。8月16日以后所结的桃为秋桃,103在此阶段桃数先增加后减少,在8月19日左右达到峰值,在9月21日以后,103缺钾处理晚秋桃极少,仅1.2个/株,随钾肥用量增加晚秋桃增多,最长达8.4个/株。122晚秋桃比例较大,且随时间推移桃数逐渐增加,9月21日左右,122在K1水平桃数就可达11.4个/株,K2与K1相近。但总体上看,103所结桃数大于122,且103桃数主要集中于伏桃,有利于棉花的优质高产。

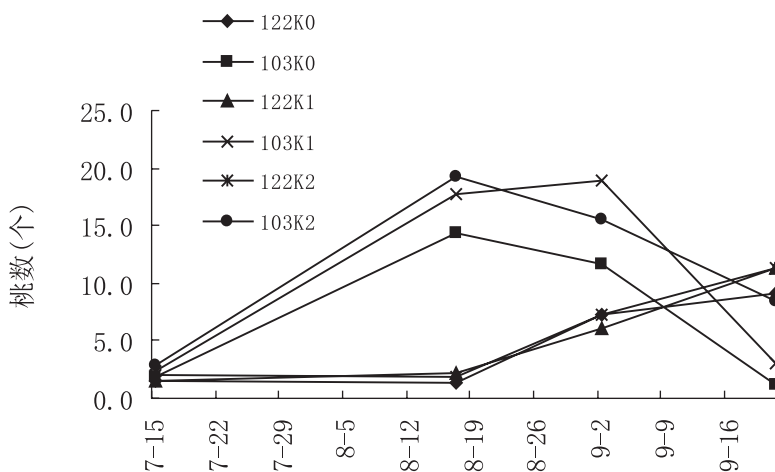


图2 不同钾处理对不同基因型棉花桃数的影响

2.2 不同钾处理对不同基因型棉花叶片钾含量的影响

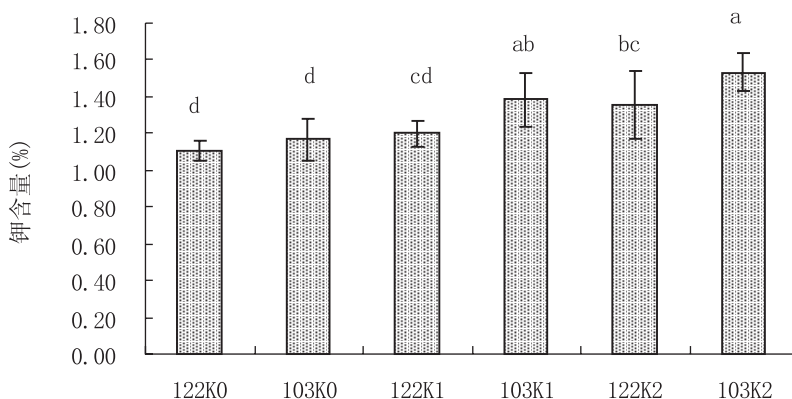


图3 不同钾处理对不同基因型棉花功能叶钾含量的影响

由图3可以看出，在花铃期两种基因型棉花叶片钾含量均随施钾量的增加而升高。但是，在相同的钾处理水平下，高效基因型棉花103的叶片钾含量均高于低效基因型棉花122的，由此可推断103对钾素的吸收效率较高，即使在低钾胁迫下，也能吸收较多的钾，保证了功能叶钾素的供应，促进叶片光合作用，为棉花的生长提供了物质基础。这意味着高效基因型棉花103之所以能够构建自身较大的生物量，达到较多的物质积累，是因为其能够以较低的土壤钾含量维持其正常的生理功能。因此，钾含量的差异能间接反映高效和低效基因型棉花吸收土壤钾素能力的高低。

2.3 不同钾处理对不同基因型棉花产量及经济效益的影响

表3 不同钾水平对不同基因型棉花产量的影响 (公斤)

处理	I	II	III	IV	小区平均产量 (公斤)	平均亩产 (公斤)
103K0	6.1	6.25	6.4	5.35	6.03	200.6b
103K1	6.15	6.25	6.95	7.4	6.69	222.7a
103K2	6.55	6.4	6.7	7.5	6.79	226.0a
122K0	2.2	2.4	1.8	2.6	2.25	74.9c
122K1	2.25	2.75	1.95	2.65	2.4	79.9c
122K2	2.45	2.4	2.35	2.7	2.48	82.4c

从表3可以看出, 103利用钾的能力较强, 随着钾肥用量增加, 其平均产量随之升高。122随钾肥施用量的增加产量变化也较明显, 但是各处理平均产量远低于103, 不论在缺钾还是在高钾条件下, 103的平均产量几乎是122的3倍。从平均产量差异也可以说明103是钾高效高潜力基因型, 而122为钾低效低潜力基因型。

表4 不同钾处理对不同基因型棉花经济效益的影响

处理	平均产量	增产	增产率	增加收入	增加成本	净收益	钾肥农学	钾肥
	(公斤/亩)		(%)	(元/亩)	(元/亩)	(元/亩)	利用率 (公斤/公斤)	贡献率 (%)
103K0	200.6	-	-	-	-	-	-	-
103K1	222.7	22.10	11	154.7	39.0	115.7	2.5	9.9
103K2	226.0	25.40	13	177.8	78.0	99.8	1.4	11.2
122K0	74.9	-	-	-	-	-	-	-
122K1	79.9	5.00	7	35.0	39.0	-4.0	0.56	6.3
122K2	82.4	7.50	10	52.5	78.0	-25.5	0.42	9.1

注: 籽棉的市场价为: 7元/公斤, 含60%K₂O的氯化钾肥价格: 2.6元/公斤

由表4可知, 从肥料的产量效应分析, 103和122的K2处理均比K1处理增产量高, 说明在一定范围内增施钾肥有利于提高棉花的产量, 103各处理增产量分别为22.10公斤/亩和25.40公斤/亩, 显著高于122的相应处理, 此结果也可说明103品种比122品种对钾的利用效率高; 103K1和103K2处理相对于103K0处理的增产率分别为11%和13%, 显著高于对应的122各处理。按目前棉花的市场价格7元/公斤以及含60%K₂O的钾肥价格2.6元/公斤, 从施肥的经济效益分析, 每亩地103K1处理和103K2处理比103K0处理增加的收入分别为154.7元和177.8元, 远高于122对应处理的35.0元和52.5元, 而103K1和103K2的净收益分别为115.7元和99.8元, 而122K1和122K2的净收益为负值。从产投比来看, 103各处理产投比均大于2, 因此可用于生产实践, 但122各处理产投比小于1, 呈现入不敷出的态势。从施肥养分的利用效果分析, 103K1和103K2的肥料农学利用率为分别为2.5和1.4公斤/公斤, 肥料的贡献率为9.9%和11.2%, 比122K1和122K2都要高, 这更直接的反映了103品种对钾的高效利用。

3 讨论

在刚刚现蕾的时期, 103的营养生长逐渐放缓, 较早的转向营养生长和生殖生长并进的阶段, 有利于把较多的营养物质转向生殖器官, 从而促进棉株生殖生长, 提高坐蕾、坐桃数, 为高产稳产奠定基础。低效基因型棉花 122 营养生长时期较长, 同一时期 122 营养器官生长较旺盛。因而, 两种基因型在养分的调节、分配方面存在差异, 营养物质在营养器官和生殖器官的积累和分配明显不同。

另外, 两种基因型棉花在形成三桃时也有明显差异, 103总的结桃数多于122。伏前桃是棉花早发稳产的标志, 但桃轻品质差; 伏桃在三桃中比例最大, 一般占总桃数的40%-60%, 伏桃大而重, 纤维品质较好, 是棉花夺取优质高产的关键。103所结桃中伏桃比重较大, 施钾量增加伏桃数随之增加, 说明103对钾较敏感, 钾肥的施用有利于高效基因型棉花高产稳产。122伏桃数较少, 即使施用了足量的钾肥, 也不能使产量达到一个相当水平, 虽然后期秋桃数增加较明显, 但秋桃桃小品质差, 不能达到理想产量。

在花铃期, 不同的基因型棉花叶片钾含量均随钾水平的升高而升高。但是, 不同钾处理条件下, 103叶片钾含量均高于122, 说明103对钾素的吸收效率较高, 这也是103高增产潜力的原因之一。

从肥料的产量效应、施肥的经济效益、施肥养分的利用效果三大方面分析, 以及通过增产量、增产率、增加收益、净收益、产投比、肥料农学利用率和肥料的贡献率7个指标的分析, 均得出103各处理比122相应处理经济效益高, 增施钾肥有利于高效基因型棉花产量的形成, 为农民增产增收提供了可行性方案。目前, 关于棉花钾素营养研究已有大量的报道^[7-9], 但是关于钾素对不同基因型棉花生理方面的影响机理还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 姜存仓, 高祥照, 王运华, 等. 不同基因型棉花苗期钾效率差异及其机制的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(6): 781-786
- [2] 高祥照, 马文奇, 崔勇, 等. 我国耕地土壤养分变化与肥料投入状况[J]. 植物营养与肥料学报, 2000, 6(4): 363-369.
- [3] 刘国栋, 刘更另. 籼型杂交稻耐低钾基因型的筛选[J]. 中国农业科学, 2002, 35(9): 1044-1048
- [4] George M S, Lu G Q, Zhou J. Genotypic variation for potassium uptake and utilization efficiency in sweet potato (*Ipomoea batatas* L) [J]. *Field Crops Research*, 2002, 77(1): 7-15
- [5] 马健, 周桃华. 钾对棉花生育及光合生理特性的影响研究进展综述[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(12): 47-49
- [6] 姜存仓, 高祥照, 王运华, 等. 不同钾效率棉花基因型对低钾胁迫的反应[J]. 棉花学报, 2006, 18(2): 109-114.
- [7] 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.
- [8] 张志勇, 王刚卫, 田晓莉, 等. 棉花品种间苗期钾吸收效率的差异研究[J]. 棉花学报, 2007, 19(1): 47-51.
- [9] 张炎, 高媛, 胡伟, 等. 施钾对长绒棉干物质积累、分配和产量品质的影响[J]. 高效施肥, 2010, 24(1): 51-56.