

# 棉花钾营养与钾肥施用的研究进展\*

夏颖<sup>1</sup> 姜存仓<sup>1\*\*</sup> 陈防<sup>2</sup> 鲁剑巍<sup>1</sup> 李小坤<sup>1</sup> 郝艳淑<sup>1</sup>

1. 华中农业大学资源与环境学院, 武汉 430070; 2. 中国科学院武汉植物园, 武汉 430074

**摘要** 综述了近 50 年来我国棉花主产区钾肥的增产作用及其变化趋势、增产效应及施钾技术, 阐述了钾对棉花的营养作用、抗性 & 品质方面的影响。钾肥对棉花的增产效应因不同的植棉区和不同的年代而不同。近年来, 随着化学钾肥的推广与施用量的增加, 某些棉区钾对棉花的增产作用在逐渐降低。因此, 化学钾肥施用的必要性、施用期及施用量原则上应根据土壤钾素丰缺状况及棉花的需肥规律而定。

**关键词** 钾营养; 品质; 抗性; 增产效应; 施钾技术

**中图分类号** S 143.3; Q 945.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2010)05-0658-06

我国耕地土壤普遍缺钾, 严重缺钾的土壤(速效钾 < 50 mg/kg) 和一般性缺钾的土壤(速效钾 50~70 mg/kg) 面积共约 23 万 hm<sup>2</sup>, 约占全国耕地面积的 23%, 南方严重缺钾的土壤约为 9.3 万 hm<sup>2</sup><sup>[1]</sup>。钾是植物必需的大量营养元素之一, 在酶的激活、蛋白质合成、物质运输和渗透调节等方面起着重要的作用<sup>[2]</sup>。棉花是重要的纤维作物, 需要吸收大量的钾素, 因而, 钾是影响棉花产量和品质的重要因素之一。

近年来, 随着复种指数的提高和氮磷化肥用量的增加, 缺钾土壤面积不断扩大, 导致棉花生长发育受阻、产量下降、品质变劣的现象时有发生<sup>[3]</sup>, 当土壤钾素供应不足时, 为了维持一定的产量和保证产品品质就必须施用钾肥<sup>[4]</sup>。因此, 研究棉花施钾技术, 对了解棉花钾营养特点, 掌握棉花需肥规律有重要的指导意义。本文对近 50 年来棉花钾营养与钾肥施用的研究进展进行综述。

## 1 钾对棉花的营养功能

钾对棉花的营养作用在于能增加棉花的叶面积和叶绿素含量, 促进气孔张开, 有利于吸收 CO<sub>2</sub>, 提高叶片 CO<sub>2</sub> 的同化率。钾还能促进细胞色素氧化酶的活性, 有利于棉株进行正常呼吸。钾对棉花的光合作用影响较大, 当钾供应充足时, 光合磷酸化效

率就提高, 并促进棉株中的碳水化合物的合成和运输<sup>[5-6]</sup>。钾营养不足, 是导致棉花生产上出现早衰现象的原因之一<sup>[7]</sup>。Pettigrew<sup>[8]</sup> 报道, 缺钾导致叶片中碳水化合物积累增加, 用于生殖器官发育并形成产量的碳水化合物的钾减少, 是导致棉花早衰、产量降低、品质变劣的主要因素之一。姜存仓等<sup>[9]</sup> 在苗期对棉花进行低钾处理, 缺钾症状首先在叶片上表现出有褐色斑点, 变褐干枯, 逐渐脱落。施钾肥的棉花植株表现茎秆坚韧、叶色浓绿, 增强了植株抗逆能力, 抑制了早衰的发生<sup>[10]</sup>。钾可提高棉株的抗病性, 降低真菌、细菌、病毒等对作物的危害<sup>[11]</sup>。施钾有利于提高植物组织酚类物质含量, 酚的氧化产物醌具有更强的杀菌效果<sup>[12]</sup>。杨惠元等<sup>[13]</sup> 报道, 施钾使中棉所 12 和中棉所 17 的黄萎病和枯萎病发病率和病情指数比对照低。钾还能促进输导组织及机械组织的正常发育, 使棉花茎秆坚韧不易倒伏, 可使棉株健壮。此外, 钾还能充分发挥氮磷的肥效; 促进棉株根系发育; 延长叶片寿命; 减少脱落烂铃和提高纤维品质<sup>[14]</sup>。施钾明显提高了棉花的纤维品质, 施钾后纤维长度增加 0.3~1.5 mm, 整齐度增加 1.8%~2.6%、比强度增加 2.9~9.0 cN/tex, 麦克隆值增加 0.6~1.1<sup>[15]</sup>。同时, 钾可提高棉花衣分、促进种子成熟、增加种子饱满度、提高种子质量<sup>[16]</sup>。

收稿日期: 2009-12-04; 修回日期: 2010-04-01

\* 国家自然科学基金项目(40801112)、中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-N-002)和国际植物营养研究所基金项目(IP-NI-HB-37)资助

\*\* 通讯作者. E-mail: jcc2000@mail.hzau.edu.cn

夏颖, 女, 1983 年生, 硕士研究生. 研究方向: 棉花施肥技术. E-mail: xiayinghappy@webmail.hzau.edu.cn

## 2 钾肥对棉花的增产作用

### 2.1 20 世纪 90 年代前钾肥对棉花的增产作用

20 世纪 70 年代以来,随着氮、磷化肥施用量逐年增加,单产和复种指数的提高,长江流域棉田土壤和有机肥供应的钾素已不能满足棉花高产的需要,增施钾肥有明显的增产作用。黄河流域棉区 20 世纪 70 年代施钾基本没有效果,20 世纪 80 年代初,黄河流域棉区施钾开始显示肥效。从表 1 看出,长江流域棉区  $K_2O$  对皮棉的贡献为 0.9~3.6 kg/kg,黄河流域棉区  $K_2O$  对皮棉的贡献为 0.7~1.5 kg/kg。

表 1 20 世纪 90 年代前不同棉区钾肥对棉花的贡献率

棉区 Cotton areas	施 $K_2O$ 量/(kg/hm <sup>2</sup> ) Amount of applied $K_2O$	$K_2O$ 贡献率/(kg/kg) $K_2O$ contribution
	—	1.2
湖北 Hubei <sup>1)</sup>	—	1.7
	75.0~247.5	1.9
长江流域 Yangtze River Valley	75.0~150.0	1.1
江西 Jiangxi <sup>2)</sup>	47.4	3.6
	94.8	0.9
	118.5	1.8
江苏 Jiangsu <sup>3)</sup>	118.5	2.8
	237.0	1.8
黄河流域 Huanghe River Valley	135.0	0.8~1.5
	180.0	0.7

1)湖北省土壤肥料工作站、湖北省广济县农业局试验和湖北省钾肥肥效试验总结 The experiments of Soil and Fertilizer Station,Guangji Agriculture Bureau and the summarizes of the effects of Potassium Fertilizer of Hubei Province; 2)江西省新余县农业局经济作物站试验和瑞昌县农业局试验 The experiments of Economical Crops Station,Xinyu Agriculture Bureau and the experiment of Ruichang Agriculture Bureau in Jiangxi Province; 3)江苏常熟试验 The experiment of Changshu City in Jiangsu Province; 4)河南省农林科学院土壤肥料研究所试验和中国农科院棉花研究所试验 The experiment of Soil and Fertilizer Institute,Academy of Agricultural and Forestry Sciences and the experiment of Cotton Research Institute,Chinese Academy of Agricultural Sciences.

### 2.2 20 世纪 90 年代后钾肥对棉花的增产作用

近年来,作为种植棉花主要土壤类型的潮土区土壤有效钾持续升高。1987—1997 年间,土壤速效钾含量年平均增加 3 mg/kg,每年约增加 1.98%;1998—2006 年间,土壤速效钾含量年平均增加 4 mg/kg,每年约增加 3.16%,这可能与近几年大力

推广秸秆还田和重视钾肥的施用有关<sup>[17]</sup>,使钾肥对棉花的增产作用比原来降低。从表 1 和表 2 中可以看出,20 世纪 90 年代后长江流域棉田的钾肥对棉花的增产作用由 20 世纪 80 年代的 0.9~3.6 kg/kg 降低到 0.9~1.8 kg/kg,黄河流域棉田的钾肥对棉花的增产作用,从 20 世纪 80 年代的 0.7~1.5 kg/kg 降低到 0.9~1.3 kg/kg。

表 2 20 世纪 90 年代后不同棉区钾肥对棉花的贡献率

棉区 Cotton areas	施 $K_2O$ /(kg/hm <sup>2</sup> ) Amount of applied $K_2O$	$K_2O$ 贡献率/(kg/kg) $K_2O$ contribution
	135.0	0.9
长江流域 Yangtze River Valley	90.0	1.8
江苏 Jiangsu <sup>1)</sup>	135.0	1.4
	180.0	1.3
	225.0	1.3
	270.0	1.2
	75.0	0.8
河南 Henan <sup>2)</sup>	150.0	0.7
	225.0	0.6
	300.0	0.5
黄河流域 Huanghe River Valley	37.5	1.3
山西 Shanxi <sup>3)</sup>	112.5	1.2
	45.0	1.0
山东 Shandong <sup>4)</sup>	90.0	1.1
	135.0	1.2
	180.0	1.0

1)江苏省大丰县试验和江苏省如东县试验 The experiments of Dafeng County and Rudong County of Jiangsu Province; 2)河南省安阳市农业局试验 The experiment of Anyang Agriculture Bureau of Henan Province; 3)山西省农业科学院棉花研究所试验 The experiment of Cotton Research Institute of Shanxi Academy of Agricultural Sciences; 4)山东省济宁市农业科学研究所试验 The experiment of the Institute of Agricultural Science of Jining City,Shandong Province.

### 2.3 新疆棉区钾肥对棉花的增产作用

20 世纪 90 年代中期,在新疆灌耕灰漠土上,配合施用氮磷钾肥与配合施用氮磷肥相比,无明显的增产效果。在施足氮磷肥的基础上施用钾肥,不论是施用硫酸钾还是氯化钾,均无显著的增产作用<sup>[18]</sup>。20 世纪 90 年代中后期新疆棉区施钾开始有明显的增产作用。表 3 表明,20 世纪 90 年代中后期新疆棉区施  $K_2O$  120~240 kg/hm<sup>2</sup> 时, $K_2O$  对皮棉的贡献为 0.4~2.4 kg/kg。2004 年和 2008 年新疆试验, $K_2O$  对皮棉的贡献为 1.3~2.8 kg/kg。由此可见,就新疆棉区而言,不同的地区不同的土壤类

型钾肥的增产作用也不一样,并且随着时间的推移,钾肥增产作用未见降低。这可能与新疆雨水少、属于灌溉棉花、高度密植、高产,对钾营养需求量大有关。

表3 新疆棉区钾肥对棉花的贡献率

Table 3 The contribution on cotton of Xinjiang cotton area

年份 Years	棉区 Cotton areas	施 $K_2O/(kg/hm^2)$ Amount of applied $K_2O$	$K_2O$ 贡献率/ (kg/kg) $K_2O$ contribution
20世纪90年代中后期 Late 1990s <sup>1)</sup>	阿克苏 Akesu	120.0	2.4
		240.0	0.5
	麦盖提 Maigaiti	120.0	1.2
		240.0	0.4
	疏勒县 Shule County	120.0	2.3
		240.0	1.4
2008 <sup>2)</sup>	玛纳斯 Manasi	120.0	0.9
		240.0	0.6
2004—2006 <sup>3)</sup>	北疆 North of Xinjiang	150.0	1.3
	喀什:硫酸钾 Kashi: potassium sulfate	75.0	2.8
	喀什:磷酸二氢钾 Kashi: potassium dihydrogen phosphate	75.0	2.0
	喀什:氯化钾 Kashi: potassium chloride	75.0	1.3

1)新疆维吾尔自治区土壤肥料工作站试验 The experiment of Soil and Fertilizer Station of Xinjiang Uygur Autonomous Region; 2)石河子大学试验 The experiment of Shihezi University; 3)巴楚县农业技术推广中心试验 The experiment of Agricultural Technique Extension Center of Bachu County.

因此,钾肥对棉花的增产效应在不同的植棉区不同的年代其增产作用不同,与土壤缺钾程度和钾肥施用数量的多少有密切关系<sup>[19]</sup>。

### 3 棉花的需钾规律、钾肥效果与土壤条件

由于在不同的植棉区不同的年代钾肥的增产作用不同,因此,钾肥施用技术应根据棉花的需钾规律、钾肥施用量和不同的棉区土壤中钾的含量而定。

#### 3.1 棉花需钾规律

据李俊义等<sup>[20]</sup>研究,棉株一生吸收积累的钾,由出苗至现蕾期约占总积累量的4.0%~3.7%,现蕾期至开花期约占总积累量的31.6%~28.3%,开花期至吐絮期约占总积累量的63.2%~61.6%,吐絮期至收获约占总积累量的1.2%~6.3%。盛花

期以后到成熟期棉花体内吸收和储存的钾达566.3 mg,占全生育期吸钾总量的65%。棉花全生育期对氮磷钾吸收的比例为1.0:0.3:(1.0~1.2),高产棉田氮磷钾化肥的最佳施用比例为1.00:0.75:1.00<sup>[21]</sup>。

每生产100 kg皮棉,需吸收纯氮17.5 kg、纯磷( $P_2O_5$ )6.3 kg、纯钾( $K_2O$ )15.5 kg。棉花的需肥高峰期在花铃期,此时重施肥料对促进蕾铃发育、减少脱落、提高单株结铃数、增加铃重均起到关键作用<sup>[22]</sup>。宋美珍等<sup>[23]</sup>报道,黄淮海棉区施 $K_2O$ 小于120 kg/hm<sup>2</sup>可作基肥或蕾肥施用,施 $K_2O$ 大于180 kg/hm<sup>2</sup>时可分期施用,以基肥+蕾肥各半施用最好,花期以后施用效果较差。

根据全国第2次土壤普查资料,新疆建设兵团垦区的全钾含量平均为2.19%,速效钾含量平均为319 mg/kg,属富钾地区,建议该区施 $K_2O$ 以45~75 kg/hm<sup>2</sup>为宜,根据生产实践和试验,钾肥的施用以棉花播前,作基肥一次性深翻20~25 cm增产效果最好。若作追肥应尽量早施,因为棉花在现蕾至结铃期需钾较多,其吸收量约占总需钾量的70%,故追肥应在现蕾前施入,深度10~15 cm<sup>[24]</sup>。不同用量钾肥作基肥施用的增产范围在2.0%~7.7%之间,增产最高的是施300 kg/hm<sup>2</sup>  $K_2O$ ,增产籽棉442 kg/hm<sup>2</sup>,增产7.68%,增产达显著水平。在棉花盛蕾期、盛花期和盛铃期分别追施 $K_2O$  75 kg/hm<sup>2</sup>,可增产籽棉1.31%~7.32%。在棉花盛蕾期追施不同用量的钾肥,增产籽棉在2.66%~9.38%,增产作用最大的是追施 $K_2O$  75 kg/hm<sup>2</sup>处理,增产籽棉399 kg/hm<sup>2</sup>,增产9.38%<sup>[25]</sup>。

李俊义等<sup>[26]</sup>试验表明,在速效钾( $K_2O$ )含量为220 mg/kg的供试棉田,施氮肥增产30.1%,氮钾配合中,钾增产2.6%,差异不显著,钾肥效果不明显。速效钾含量为190 mg/kg的供试棉田中有部分试验施氮肥增产37.3%,氮钾配合后,钾肥增产5.6%,差异显著,钾肥有效果;其 $K_2O$ 用量为75 kg/hm<sup>2</sup>。在相同氮用量条件下,低磷用量时,钾肥的增产效果不明显。中磷用量时,施用钾肥有明显的增产效果,施 $K_2O$  60 kg/hm<sup>2</sup>时,北疆增产10.1%,南疆增产13.8%;施 $K_2O$  120 kg/hm<sup>2</sup>时,北疆增产10.7%,南疆增产22.2%。在一定氮磷施用条件下,最高产量的施钾( $K_2O$ )量,南疆为133.3 kg/hm<sup>2</sup>,北疆为146.8 kg/hm<sup>2</sup><sup>[27]</sup>。南疆欲达到2 250 kg/hm<sup>2</sup>以上皮棉产量水平,氮磷钾肥施用量

分别为 N 330.0~391.5 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 138.0~207.0 kg/hm<sup>2</sup>, K<sub>2</sub>O 99.0 kg/hm<sup>2</sup><sup>[28]</sup>。

### 3.2 不同钾肥施用量与棉花产量效应

杨粉翠等<sup>[29]</sup>试验结果表明在一定范围内,棉花产量随着钾肥施用量的增加而增加。与对照相比,施用钾肥 37.5~150 kg/hm<sup>2</sup>,增产棉花 111~306 kg/hm<sup>2</sup>,增产 10.6%~29.1%,差异极显著。在河南,不同施钾(K<sub>2</sub>O)水平(0、75、150、225、300 kg/hm<sup>2</sup>)与对照相比,籽棉产量增加 31.0%~63.1%,皮棉产量增加 45.8%~82.8%,当 K<sub>2</sub>O 用量为 150 kg/hm<sup>2</sup>时,皮棉产量为 1 689 kg/hm<sup>2</sup>,达到最高,比对照增产皮棉 765 kg/hm<sup>2</sup><sup>[30]</sup>。钾肥施用量效应还与土壤速效钾含量呈负相关,当土壤速效钾含量<100 mg/kg,施 K<sub>2</sub>O 60~240 kg/hm<sup>2</sup>,与对照相比,皮棉增产呈直线上升趋势,增产率为 8.7%~24.1%;土壤速效钾含量在 100~120 mg/kg的棉田中,施 K<sub>2</sub>O 60~240 kg/hm<sup>2</sup>皮棉增产仍呈直线上升趋势,但效应不如速效钾含量低的棉田;土壤速效钾含量>150 mg/kg的棉田施钾肥仍有一定的增产效应,施 K<sub>2</sub>O 60 kg/hm<sup>2</sup>和 120 kg/hm<sup>2</sup>增产皮棉仍呈上升趋势,但施 K<sub>2</sub>O 240 kg/hm<sup>2</sup>时,增产幅度明显下降。因此,土壤速效钾含量<100 mg/kg的棉田,可施 K<sub>2</sub>O 240 kg/hm<sup>2</sup>;土壤速效钾含量在 100~120 mg/kg的棉田,施 K<sub>2</sub>O不宜超过 180 kg/hm<sup>2</sup>;土壤速效钾含量>150 mg/kg的棉田,施 K<sub>2</sub>O不宜超过 150 kg/hm<sup>2</sup><sup>[23]</sup>。范希峰等<sup>[31]</sup>也认为在黄淮海地区当土壤速效钾含量为 100~130 mg/kg时,施用 150 kg/hm<sup>2</sup>氯化钾(做底肥)就可以达到理想的增产效果。

### 3.3 土壤速效钾含量和土壤质地与棉花施钾效应

据第2次全国土壤普查结果,湖北省土壤速效钾>150 mg/kg的棉田仅占棉田面积的 15%左右,而 100~150 mg/kg的约占 40%,<100 mg/kg的约占 45%左右。王盛桥<sup>[32]</sup>认为应根据土壤速效钾含量和土壤质地来确定是否施钾,土壤速效钾<50 mg/kg的棉田均属施钾肥的范围,>150 mg/kg的可以不施钾肥,为棉田施钾的临界值。土壤速效钾随着土壤质地砂化而降低,在安排钾肥施用顺序时,砂土优先,然后是油砂土、正土。钾肥施用的适宜数量:土壤速效钾小于 50 mg/kg的棉田一般施用钾肥(K<sub>2</sub>O)180~240 kg/hm<sup>2</sup>;50~100 mg/kg的棉田,施 K<sub>2</sub>O 120~180 kg/hm<sup>2</sup>;101~150 mg/kg的棉田,施 K<sub>2</sub>O 75~120 kg/hm<sup>2</sup>;大于 150 mg/kg的

棉田,一般不施用钾肥。平原潮土中优先安排缺钾严重(速效钾<100 mg/kg)的沙土、沙壤土和夹砂吊气棉田,一般施 K<sub>2</sub>O 135 kg/hm<sup>2</sup>;速效钾含量 100~150 mg/kg的油沙土和正土棉田,施 K<sub>2</sub>O 75~112.5 kg/hm<sup>2</sup>;含钾量高的粘土或施农家肥较多的棉田可以少施或不施钾肥<sup>[33]</sup>。1986—1987年肖作敏等<sup>[34]</sup>试验推荐的临界值为:当土壤速效钾<80 mg/kg,施 K<sub>2</sub>O 135~225 kg/hm<sup>2</sup>,增产皮棉 300~645 kg/hm<sup>2</sup>,增幅为 41.9%~71.6%;土壤速效钾含量为 100~150 mg/kg时,仍施 K<sub>2</sub>O 135~225 kg/hm<sup>2</sup>,增产皮棉 93.0~724.5 kg/hm<sup>2</sup>,增幅为 8.9%~51.3%;土壤速效钾含量>150 mg/kg时,增施钾肥的效果就不明显了。

1984—1989年间,河南省全省 231个棉花试验田结果表明,棉田严重缺钾仅占 1.3%~1.9%,供钾中量者占 17.9%~30.7%,供钾高量者占 68.0%~80.1%。确定土壤速效钾(K<sub>2</sub>O)为<80 mg/kg为严重缺钾,必须施用钾肥;80~110 mg/kg为缺钾,注意施用钾肥;110~125 mg/kg为潜在缺钾,酌情施用钾肥;125~140 mg/kg为富钾;>140 mg/kg为极富钾,不需要施钾<sup>[35]</sup>。据 1996—1997年对河南省潮土区 1 158个样点(6.47×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>)分析,速效钾低于 100 mg/kg的缺钾土壤占 55.1%,其中小于 60 mg/kg的极低钾土壤占 15.0%,比 20世纪 80年代初缺钾面积增加了 1倍<sup>[36]</sup>。20世纪 80年代河南南阳棉田土壤钾丰缺指标为:速效钾含量<125 mg/kg为缺乏,125~155 mg/kg为中等,>155 mg/kg为丰富<sup>[37]</sup>。邢竹等<sup>[21]</sup>试验结果,当土壤速效钾含量<100 mg/kg时,增产效果明显;100~150 mg/kg时,增产不稳定;>150 mg/kg时,增产不明显或不增产。

新疆棉区试验表明,在速效钾含量中等的中肥力棉田土壤中补施钾肥有显著的增产效果,而在速效钾含量较高的高肥力棉田土壤中补施钾肥增产作用不显著。在灌耕灰漠土上的试验结果,在速效钾含量为 200 mg/kg左右的中肥力土壤(灌耕灰漠土)上,合理施用氮磷肥(尿素 390 kg/hm<sup>2</sup>,磷酸二铵 195 kg/hm<sup>2</sup>)的基础上补施钾肥,有明显的增产作用。施用 K<sub>2</sub>O 37 kg/hm<sup>2</sup>时,皮棉产量可达到 1 562 kg/hm<sup>2</sup>,比氮磷肥配施增产 6%~8%。而在速效钾含量为 380 mg/kg的高钾土壤上(潮土),不施钾肥与单施钾肥比较,其单铃重、衣分及产量差异均不明显,在富钾土壤上施用钾肥基本没有增产效

果<sup>[38]</sup>。据帕提古丽·苏来曼<sup>[39]</sup>试验结果,在新疆沙性瘠薄土壤上种植棉花,在常规施用有机肥和氮、磷化肥的基础上,施  $K_2SO_4$  105~150 kg/hm<sup>2</sup> 增产效果明显,可在沙性土壤上因地制宜地推广应用。

## 4 展 望

如上所述,钾是棉花生长必不可少的元素,而近年来我国农田土壤钾素肥力下降,钾肥有效地区不断扩大,某些棉区钾肥对棉花的增产作用在逐渐降低,因此,如何提高土壤中钾素的有效性和棉花对钾肥的利用率仍将是今后工作的重点。钾肥对棉花的增产作用不仅受施肥量、土壤条件、不同的棉花品种及棉花的不同生育期等因素的影响,而且不同的棉区钾肥的增产作用差异很大,因此应加强每个棉区的平衡施肥推荐,使棉花的平衡施肥形成区域化。随着高产优质高效农业的发展,未来的研究应从作物-土壤-环境系统考虑,加强钾素的物质循环和再利用,较多地将土壤中的钾转化为植物有效性钾,重视棉花配方施肥技术的推广,利用最新科技手段将栽培管理技术和现代施肥技术结合起来,以提高土壤及钾肥的利用效率。此外,筛选培育和利用棉花钾营养高效基因型以挖掘土壤钾素潜力,深入研究不同棉花基因型对钾营养的吸收与转运机制,挖掘优良种质资源,进行棉花钾营养性状的遗传改良将是今后研究的重点,以生物资源替代不可更新的矿产资源,提高棉花自身吸收、利用钾素的能力。

## 参 考 文 献

- 中国农业科学院土壤肥料研究所. 中国化肥区划[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 1986.
- MARSCHNER H. Mineral nutrition of higher plant[M]. San Diego, California: Academic Press, 1995.
- 郭英. 棉花钾肥效应研究进展[C]//山东省科学技术学会. 黄河三角洲棉花生产发展论坛论文集. 北京: 中国社会科学出版社, 2005: 243-251.
- 丛日环, 李小坤, 鲁剑巍. 土壤钾素转化的影响因素及其研究进展[J]. 华中农业大学学报, 2007, 26(6): 907-913.
- 孙羲, 饶立华, 秦遂初, 等. 棉花钾素营养与土壤钾素供应水平[J]. 土壤学报, 1990, 27(2): 166-171.
- 沈品生. 棉花增施钾肥的作用和技术[J]. 农垦科技, 1995(3): 9-11.
- 凌宝贵, 袁采葑. 钾肥防止棉花早衰的效果[J]. 土壤肥料, 1999(2): 41.
- PETTIGREW W T. Potassium deficiency increase specific leaf weights and leaf glucose levels of field-grown cotton[J]. Agron J, 1999(91): 962-968.
- 姜存仓, 袁利升, 王运华, 等. 不同基因型棉花苗期钾效率差异的初步研究[J]. 华中农业大学学报, 2003, 22(6): 564-568.
- 张金帮, 宋元瑞. 钾肥在棉花上的施用效果初探[J]. 江西棉花, 2000, 22(6): 16-17.
- PERRENOUD S. Potassium and plant health[M]. Basel, Switzerland: International Potash Institute, 1990: 1-5.
- WEDGE D E, DAYAN E F, MEAZZA G. Antifungal activity of naturally occurring quinine[J]. Phytopathology, 2002, 92 (Suppl 6): 85-86.
- 杨惠元, 宋美珍. 北方棉区钾肥施用效应研究[J]. 中国棉花, 1992, 19(2): 28-29.
- 熊华林. 对大田棉花缺钾的原因和施钾效应的探讨[J]. 江西棉花, 1985(2): 23-26.
- 姜存仓, 王运华, 鲁剑巍, 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.
- 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.
- 全国农业技术推广服务中心, 中国农科院农业资源与区划所. 耕地质量演变趋势研究[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2008: 116.
- 朱和明, 卞秀兰, 燕庆阳, 等. 灌耕灰漠土棉花施用钾肥的初步研究[J]. 石河子农学院学报, 1995(1): 25-28.
- 王家雄, 陈维虎, 郁寅良. 棉花施用钾肥的增产效果及技术[J]. 农业科技通讯, 1984(12): 12.
- 李俊义, 刘荣荣, 王润珍, 等. 棉花需肥规律研究[J]. 中国棉花, 1990(4): 23-24.
- 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探[J]. 土壤肥料, 1994(4): 25-28.
- 刘全喜, 马连运. 高产棉田的平衡施肥技术[J]. 河北农业科技, 2007(3): 31.
- 宋美珍, 杨惠元, 蒋国柱. 黄淮海棉区钾肥效应研究[J]. 棉花学报, 2003, 5(1): 73-78.
- 马鄂超, 何江勇, 杨国江. 棉花施肥技术[J]. 新疆农垦科技, 2006(5): 59-60.
- 姜益娟, 郑德明, 闫志顺, 等. 新疆棉花施钾效果研究[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(2): 91-94.
- 李俊义, 刘荣荣, 王润珍, 等. 新疆棉区钾肥效果研究[J]. 中国棉花, 1999(6): 21-23.
- 付明鑫, 王慧, 许咏梅, 等. 新疆高产棉花的钾肥施用效果[J]. 土壤肥料, 2001(4): 21-28.
- 白灯莎·买买提艾力, 冯固. 南疆高产棉花营养特征及施肥方式的研究[J]. 中国棉花, 2002, 29(11): 11-13.
- 杨粉翠, 吴霞, 张林水, 等. 棉花施用钾肥的增产效应研究[J]. 中国棉花, 2003(4): 32-33.
- 王喜枝. 潮土区棉花施用钾肥的效应研究[J]. 河南农业科学, 2003(10): 43-44.
- 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.

- [32] 王盛桥. 潮土耕地棉花钾肥施用技术的试验研究[J]. 湖北农业科学, 2002(2): 44-46.
- [33] 肖作敏. 江汉平原潮土植棉施钾增产效果[J]. 华中农业大学学报, 1989(增刊): 165-166.
- [34] 肖作敏, 周治安. 平原潮土棉花施钾效益和技术[J]. 中国棉花, 1990(1): 29-33.
- [35] 张素菲, 龚光炎, 黑志平, 等. 棉田钾肥肥效临界值的研究[J]. 土壤通报, 1991, 22(2): 79-81.
- [36] 郑义, 程道全, 葛树春, 等. 河南潮土钾素变化状况与钾肥肥效[J]. 土壤, 1998(3): 161-164.
- [37] 黑志平, 吴美荣, 宋江春. 南阳地区棉花施钾效果及土壤钾素丰缺指标研究[J]. 河南农业科学, 1992(4): 20-24.
- [38] 李俊杰, 陈德强, 艾尼瓦尔·库那洪. 博州棉田施肥效应及应用效果[J]. 农业科技通讯, 2008(12): 148-150.
- [39] 帕提古丽·苏来曼. 不同钾肥用量对棉花生长发育和产量的影响[J]. 新疆农业科技, 2000(6): 34.

## Review on Potassium Nutrient and Potassium Fertilizer Application of Cotton

XIA Ying<sup>1</sup> JIANG Cun-cang<sup>1</sup> CHEN Fang<sup>2</sup> LU Jian-wei<sup>1</sup> LI Xiao-kun<sup>1</sup> HAO Yan-shu<sup>1</sup>

1. *College of Resources and Environmental Sciences, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;*

2. *Wuhan Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074, China*

**Abstract** The effects of potassium fertilizer on cotton yield and its changing trends, and the technology of potassium fertilizer application in main cotton production areas in China over the past 50 years were reviewed. The effects of potassium on cotton nutrient, resistance and quality were elaborated. The effects of potassium fertilizer were different in different periods and regions. In recent years, as the promotion of potassium fertilizer and the increase of applied amount, the effects of potassium on cotton yield increase was reduced gradually in some cotton production regions. The necessity of potassium fertilizer, the time and amount of potassium fertilizer application should consider the potassium condition in local soil and the needing rule of fertilization.

**Key words** potassium nutrition; quality; resistance; yield effect; technology of fertilization

(责任编辑: 张志钰)