

硼氮配施对棉花产量、叶柄环带以及养分吸收的影响

李鸣凤¹, 彭文勇², 李汉涛², 黄小箐³, 赵竹青^{1,4*}

(1. 华中农业大学新型肥料湖北省工程实验室, 湖北 武汉 430070;

2. 湖北省天门市耕地质量保护与肥料管理局, 湖北 天门 431700;

3. 湖北省土壤肥料工作站, 湖北 武汉 430070;

4. 华中农业大学农业部长江中下游耕地保育重点实验室, 湖北 武汉 430070)

摘要:通过田间试验研究了硼、氮配施对棉花产量及其构成因子、叶柄环带及养分吸收的影响。结果表明:硼、氮在棉花上,有一定的交互作用,在相同施氮量下,棉花叶柄环带出现率、株环带叶数和叶环带圈数均随施硼量的增加而显著降低;施硼量从0 kg/hm²增至13.5 kg/hm²时,叶片的氮、磷、硼和叶绿素含量增加,棉花的株高、分枝数、铃数、铃重、衣分和产量均显著提高。施硼量从13.5 kg/hm²增至27 kg/hm²时,两个氮水平下的叶片磷、钾、硼和叶绿素含量没有显著变化,270 kg/hm²氮水平下棉花叶片的氮含量、株高、铃重和铃数降低,产量没有变化,而在375 kg/hm²氮水平下棉花叶片氮含量、株铃数、铃重、衣分和产量显著增加。对相同量硼处理,增施氮肥提高了棉花叶柄环带出现率、株环带叶数和叶环带圈数、叶片氮和叶绿素含量,而对叶片磷、钾、硼和产量没有显著影响。在施硼肥13.5 kg/hm²,施氮量为270 kg/hm²时,棉花产量达到最高值3 592 kg/hm²。说明湖北天门地区棉田适当增加硼肥的同时减少氮肥用量可有效缓解棉花缺硼症状和提高产量。

关键词:棉花;硼;氮;产量;叶柄环带;养分吸收

中图分类号: S562; S147.5

文献标识码: A

文章编号: 1673-6257 (2016) 04-0097-06

硼为植物的必需营养元素之一^[1]。它不仅影响植物碳水化合物的运输和代谢,蛋白质、核酸的合成及酚类物质等代谢,还参与细胞壁和细胞膜物质结构的组成^[2-4]。Läuchli^[5]认为在植物生长过程中,适量的硼能形成大小适宜的细胞壁孔隙,从而调节细胞壁物质前体和其它大分子(如蛋白质)的转运;硼缺乏则会导致植物细胞壁孔隙增大,破坏细胞壁的构建,影响植物体内养分的运输。硼还对植物细胞壁和细胞膜的结构与稳定^[6-7]、碳水化合物运输^[8]以及生殖器官发育^[1,9]等有重要影响。中国是世界上缺硼最严重的国家,对25个省的调查资料显示,缺硼面积占耕地面积50%以上的有20个省,其中有8个省耕地缺硼面积高达80%以上^[10]。在油菜、棉花、大豆、花生、果树和蔬菜等高需硼经济作物主产区,缺硼已成为严重阻碍该地区作物产量和品质提高的限制因子之一。

在湖北田间调查中发现,天门棉花田土壤的硼含量为0.07 mg/kg,低于缺硼临界值0.50 mg/kg,属于严重缺硼土壤。当地农民习惯施氮量平均为375 kg/hm²,大部分不施硼肥或者施用含有少量硼的复合肥,棉花叶柄会出现一圈褐色环带。在电镜下观察发现,缺硼使维管形成层变厚,韧皮部薄,韧皮部及木质部细胞排列不整齐,筛管和导管发育不良且数量较少;同时缺硼会诱导筛管中形成胼胝质,致使筛孔被堵,导致碳水化合物的运输受阻,从而严重阻碍棉花的生长发育^[11]。王运华^[12]等发现叶柄环带的出现率与土壤速效硼及棉花叶片硼含量呈显著的负相关,因此叶柄环带是判断棉花是否缺硼的重要形态指标。

近年来,我国棉花产量随农业生产技术的提高而随之增高,化肥施用对棉花产量的贡献均占单产的33.5%,最高可占单产的56.1%^[13],施用化肥一直作为提高棉花产量的关键因素而得到重视。化肥用量在不断增加,而部分中、微量元素的施用仍然参照20世纪80年代的标准,导致部分中、微量元素难以满足现阶段棉花生长发育的需要。同时,棉花生育期各个营养元素的关系不协调,可能加剧

收稿日期: 2015-05-18; 最后修订日期: 2015-09-22

基金项目: 湖北省测土配方施肥(720107-077072)。

作者简介: 李鸣凤(1991-),女,湖北监利人,硕士研究生,从事土壤肥料研究。E-mail: 767957740@qq.com。

通讯作者: 赵竹青, E-mail: zzq@mail.hzau.edu.cn。

某一营养元素的缺乏而限制棉花产量的提高。硼与其它元素的互作研究在 90 年代较多,近年对硼的研究相对较少,皮美美等^[14]发现棉花的缺硼症状最先出现在施氮量较高的土壤,说明氮肥在一定程度上可导致棉花硼的缺乏。乔西^[15]认为施用适量的硼有利于大豆对氮、磷、钾的吸收和利用。本试验通过硼、氮配施对棉花产量、产量构成因子、叶柄出现环带率及养分吸收进行研究,拟为湖北天门地区棉花的合理氮、硼肥施用提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验地点位于湖北省天门市沙岭村。供试土壤为砂质灰潮土,主要理化性状:pH 值 7.73,有机质 16.53 g/kg,碱解氮 59.62 mg/kg,有效磷 (P) 3.72 mg/kg,速效钾 (K) 54.82 mg/kg,有效硼 0.07 mg/kg。

1.2 试验材料

供试棉花品种为铜杂 411F₁;供试肥料为尿素 (N 46%)、氯化钾 (K₂O 60%)、过磷酸钙 (P₂O₅ 14%)、硼酸 (B 17%)。

1.3 试验处理

试验共 6 个处理,设 270、375 kg/hm² 2 个氮 (以 N 计) 水平,分别用 N270、N375 表示;0、13.5、27 kg/hm² 3 个硼 (以 H₃BO₃ 计) 水平,分别用 B0、B13.5、B27 表示;其它肥料的施用量:K₂O 144 kg/hm²,P₂O₅ 73.5 kg/hm²。采用随机区组法设置试验小区,每小区面积 24 m²,3 次重复。氮肥 1/3 基施,1/3 蕾期追施,1/3 盛花期追施。钾肥 1/2 基施,1/2 蕾期追施。磷肥和硼肥全部基施。基肥和追肥均为条施。种植密度为 37 500 株/hm²。

1.4 样品采集与指标测定

在棉花花铃期每小区取棉花的功能叶即倒 4 叶 (从顶部向下舒张开的第 4 片叶子),样品 105℃ 杀青 30 min 后 65℃ 烘至恒重,磨碎存于自封袋待测。在棉花的不同生育期用 SPAD-502 叶绿素仪测定棉花倒 4 叶的叶绿素含量。

棉花叶柄出现环带率:每小区棉花叶柄出现环带的株数占小区棉花总株数的百分比;每株棉花出现环带叶柄的叶片数:每小区随机选取 12 株棉花,测定每株棉花出现环带叶柄的叶片数;每片叶子出现环带圈数:每小区随机选取 12 株棉花,测定每株棉花倒 4 叶的叶柄的环带圈数。株高和分枝数即

为每小区随机选取 12 株棉花测定其株高、分枝数;铃数和铃重:每小区随机选取 12 定株,在棉花铃期测定单株青铃数,分多次采摘定株的棉花棉絮至全部收获,晒干,测籽棉重量,其重量与青铃数的比值即为铃重;衣分率即均匀选取每小区 10 kg 的籽棉与其轧出的皮棉的比例。分多次采摘各小区棉花的全部棉絮,称重,产量即为籽棉重量。

叶片用浓 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮,N 用凯氏定氮法测定,P 用钼锑抗比色法测定,K 用火焰光度计测定^[16];叶片硼含量用 1 mol/L 的盐酸浸提,姜黄素比色法测定^[17],土壤硼用沸水浸提,姜黄素比色法测定^[16]。

1.5 数据处理

本试验采用 Excel 2003 和 SPSS 17.0 软件进行图表的编辑和数据的统计分析,多重比较的方法为新复极差法。

2 结果与分析

2.1 硼、氮配施对棉花叶柄出现环带的影响

由表 1 可知,相同氮水平下,叶柄环带出现的概率随施硼量的增加显著降低。氮肥用量由 270 kg/hm² 增至 375 kg/hm²,B13.5 和 B27 处理分别增加了 113.7% 和 165.5%。说明在低硼条件下,增施氮肥会加剧棉花缺硼程度,导致棉花出现叶柄环带的概率增加。

表 1 硼、氮配施处理对棉花叶柄环带的影响

处理		棉花出现 叶柄环带 概率 (%)	出现环带 叶片数 (片/株)	每片叶 出现环带圈数 (圈/片)
氮水平	硼水平			
N270	B0	91.2 ± 8.9a	9.5 ± 1.4a	7.3 ± 0.7a
	B13.5	38.7 ± 5.0b	1.4 ± 1.8b	1.3 ± 1.8b
	B27	5.8 ± 5.4c	0.3 ± 0.3b	0.3 ± 0.3b
N375	B0	96.0 ± 5.1a	10.3 ± 4.1a	9.7 ± 2.5a
	B13.5	82.7 ± 6.3b	5.5 ± 2.1b	5.8 ± 1.8b
	B27	15.4 ± 1.1c	0.8 ± 0.0c	1.1 ± 0.1c
F 值				
N		48.0 **	3.7	13.2 **
B		299.1 **	37.3 **	42.5 **
N × B		19.8 **	1.6	2.4

注:* 表示达到显著水平 (P<0.05),** 表示达到极显著水平 (P<0.01)。小写字母表示 0.05 水平的差异显著性。下同。

在同氮水平下，施硼显著降低了棉花出现环带的叶片数。在施氮量 375 kg/hm²时，B27 出现环带的叶片数较 B13.5 减少 4.7 片/株，说明在施氮量 375 kg/hm²时，施用 13.5 kg/hm²的硼不能满足棉花生长发育对硼的需求。在相同硼水平下，增加氮肥用量对棉花出现环带的叶片数没有影响。不同施肥处理下每片叶出现环带的圈数表现出与棉花出现叶柄环带叶片数相似的结果。

2.2 硼、氮配施对棉花养分含量的影响

由表 2 可知，在同硼水平下，增加氮肥用量显著提高了叶片氮含量，而在相同氮水平下，叶片氮含量随着硼肥的增加呈先上升后下降趋势，在氮用量 375 kg/hm²，施硼量为 13.5 kg/hm²时，叶片的氮含量达到最大值 3.3%。

表 2 硼、氮配施处理对棉花叶片氮、磷、钾含量的影响 (%)

处理		全氮	全磷	全钾
氮水平	硼水平			
N270	B0	2.7 ± 0.0b	0.29 ± 0.05a	1.6 ± 0.04a
	B13.5	3.0 ± 0.1a	0.35 ± 0.0a	1.8 ± 0.09a
	B27	2.7 ± 0.1b	0.33 ± 0.01a	1.7 ± 0.09a
N375	B0	3.0 ± 0.2b	0.29 ± 0.03a	1.4 ± 0.3a
	B13.5	3.3 ± 0.1a	0.33 ± 0.01a	1.6 ± 0.03a
	B27	3.2 ± 0.1ab	0.32 ± 0.02a	1.6 ± 0.2a
F 值				
N		43.9 **	0.16	3.6
B		10.1 **	4.6	3.3
N × B		0.89	0.03	0.04

氮肥与硼肥用量对叶片磷、钾含量均没有显著的影响，同时氮肥与硼肥对叶片氮、磷、钾含量均没有交互作用。

由图 1 可知，在相同的氮水平，棉花叶片硼含量随施硼量的增加而增加。在 N270 时，施硼量从 0 kg/hm² 增加至 13.5 kg/hm²，叶片硼含量增加 27.2%。在 N375 时，施硼量从 0 kg/hm² 增加至 13.5 kg/hm²，叶片硼含量没有显著变化。在施氮量为 270 kg/hm²，施硼量为 27 kg/hm²时，棉花叶片的硼含量达到最大，为 33.8 mg/kg。增施氮肥对叶片硼含量没有影响。

2.3 硼、氮配施对棉花叶片叶绿素含量的影响

由图 2 可知，在施氮量为 270 和 375 kg/hm² 时，B13.5 处理的叶绿素含量分别较 B0 处理增加

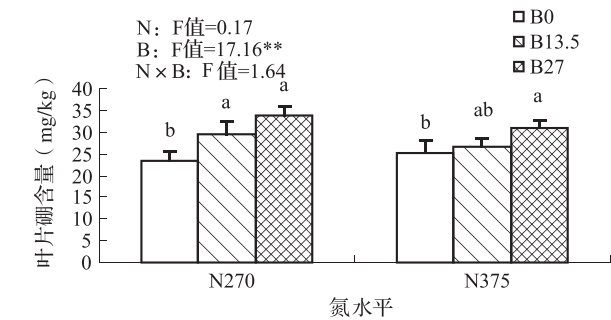


图 1 硼、氮配施对棉花叶片硼含量的影响

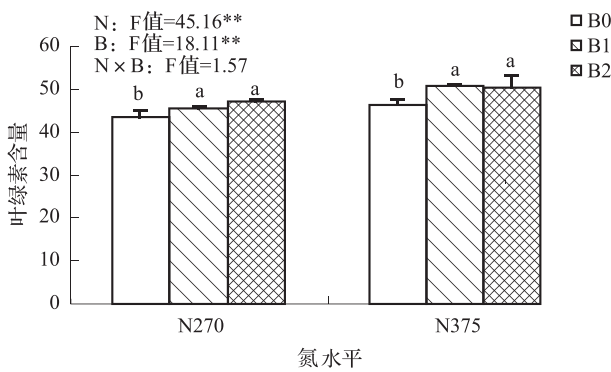


图 2 硼、氮配施对棉花叶绿素含量 (SPAD 值) 的影响

4.9%和9.18%，而 B13.5 和 B27 处理间无显著差异。同时，叶片叶绿素的含量随着氮肥施用量的增加而显著增加，在施氮量为 375 kg/hm²，施硼量为 13.5 kg/hm²，叶绿素含量达到最大，SPAD 值为 50.77。

2.4 硼、氮配施对棉花产量及其农艺性状的影响

由表 3 可知，在 N270 处理下，施硼量从 0 kg/hm² 增加到 13.5 kg/hm²时，棉花的株高、分枝数、铃数、铃重和衣分均显著增加，而施硼量从 13.5 kg/hm² 增加到 27 kg/hm²时，棉花的分枝数和衣分不再增加，而株高、铃数和铃重显著下降。在 N375 处理下，棉花的株高、分枝数、铃数、铃重和衣分率随着施硼量的增加呈增加趋势。

施氮量也显著影响棉花的株高、铃数、铃重以及衣分。在 B0 处理下，施氮量从 270 kg/hm² 增至 375 kg/hm²，棉花的株高、分枝、铃数、铃重以及衣分差异不显著。当施硼量增至 27 kg/hm²时，相比 N270 处理，N375 的株高、分枝、铃数、铃重以及衣分分别增加 4.5%、2.4%、4.1%、2.0% 和 1.5%，说明在缺硼的状态下增施氮肥对棉花没有显著影响，而能改善施用适量硼肥的棉花农艺性状。

表 3 硼、氮配施对棉花农艺性状的影响

处理		株高 (cm)	分枝数 (个)	铃数 (个/株)	铃重 (g)	衣分 (%)
氮水平	硼水平					
N270	B0	113.4 ± 0.6c	14.8 ± 0.7b	48.2 ± 0.8c	3.6 ± 0.05c	29.9 ± 0.5b
	B13.5	131.5 ± 1.1a	16.8 ± 0.8a	65.7 ± 0.7a	5.0 ± 0.05a	34.8 ± 0.4a
	B27	128.2 ± 1.0b	16.7 ± 0.3a	63.0 ± 0.6b	4.9 ± 0.03b	34.1 ± 0.5a
N375	B0	112.8 ± 0.6b	14.7 ± 0.6b	47.2 ± 0.5c	3.4 ± 0.02c	29.0 ± 0.5c
	B13.5	133.5 ± 1.5a	16.3 ± 0.6a	62.1 ± 0.2b	4.4 ± 0.02b	33.1 ± 0.2b
	B27	134.0 ± 2.3a	17.1 ± 0.7a	65.6 ± 0.5a	5.0 ± 0.03a	34.6 ± 0.5a
F 值						
N		12.9 **	0.02	5.6 *	292.0 **	7.7 *
B		342.2 **	24.4 **	1 459.7 **	4 397.8 **	156.1 **
N × B		7.7 **	0.89	38.6 **	196.2 **	6.2 *

由图 3 可知,在同量硼处理下, N270 的棉花产量分别较 N375 处理增加 4.2%、4.8%、-0.4%, 施氮量为 270 kg/hm², 施硼量为 13.5 kg/hm², 棉花产量达到最高 3 592 kg/hm²。表明在不施硼和低硼处理下, 适量降低氮肥施用量能明显提高湖北天门地区棉花产量。在 N375 处理下, B13.5 和 B27 处理产量较 B0 处理增加了 16.3% 和 21.7%, 硼对棉花的增产效果达到极显著效果。在 N270 处理下, B13.5 处理的产量较 B0 处理增加 17.1%。说明在湖北天门硼已成为限制棉花产量增长的重要因子。

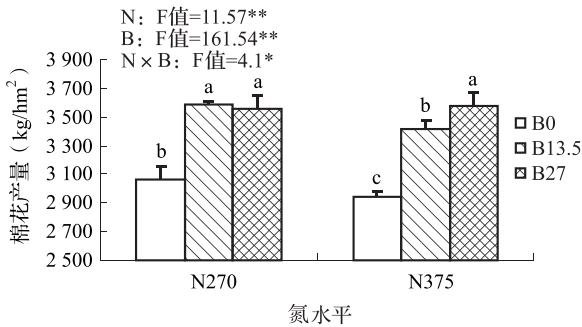


图 3 硼、氮配施对棉花产量的影响

3 讨论

3.1 硼、氮配施可以显著提高棉花产量

Gerik 等^[18]研究表明,施氮能影响棉花个体大小、果枝密度、保铃率、单铃重和单株铃数。本试验中,在 B27 处理下,氮肥由 270 kg/hm²增至 375 kg/hm²,棉花的株高、单株铃数及单铃重呈增加趋势。在美国路易斯安那州,施氮量为 0 ~ 84 kg/hm²

时,棉花产量随施氮量增加而上升,但当施氮量为 84 ~ 168 kg/hm²时,棉花产量随施氮量的增加而下降^[19]。其原因可能是增加氮肥用量,导致棉株矿质养分比例失调,其它矿质养分不足限制了棉花的生长发育。皮美美等^[14]认为硼、氮配施可提高棉花产量,但在缺硼条件下增施氮肥棉花产量反而降低。在本试验中也得到了相似的结论。氮是叶绿素的组成部分,施氮一般能促进叶绿素的合成^[20-21],从而促进光合作用,提高产量。但在不施硼和施硼量为 13.5 kg/hm²时,增施氮肥,棉花的产量并没有随之增加,反而有一定的下降,表明氮素并不是限制湖北天门棉花增产的主要因子。硼是植物生长发育必须的微量元素之一, Iwai 等^[8]明确了硼影响作物繁殖器官花的发育以及花粉管萌发的分子机理,因此硼缺乏影响作物的生长发育进而影响作物的产量。在本试验中也验证了相似的结果,在施氮为 270 kg/hm², B13.5 的棉花产量较 B0 处理增加 17.1%。试验结果表明在湖北天门,提高棉花产量的最佳施肥措施为适量提高硼肥用量,同时减少氮肥施用量。

3.2 硼、氮的施用量显著影响叶柄环带出现率

棉花叶柄连接着叶片与茎,它由维管束、木质素、纤维素等组成,是茎与叶片水分和物质输导的重要通道。硼与 RG - II 交联形成硼糖二聚体,对于植物细胞壁的机械结构维持也具有十分重要的作用^[22],因此施用适量的硼对于维持棉花叶柄的生长发育具有十分重要的意义。在本试验地区,在缺硼状态下增施氮肥会加剧棉花对硼的缺乏,其可能原因是增施氮肥,棉花的生长量增加,其它各类元素的吸收量相应增加,土壤的供硼量无法满足棉花的

的需求量, 从而导致其与硼元素的比例严重失调。在同氮水平下增施硼肥, 棉花出现叶柄环带的概率明显下降, 每株棉花出现环带叶片数以及每个叶柄的环带圈数都出现了相似的结果。说明在本试验中, 适量增加硼肥的施用量, 同时减少氮肥的施用量可以有效地减轻棉花缺硼症状。

3.3 缺硼条件下增施硼肥会促进棉花对氮、磷的吸收

硼被吸收或能到达的组织部位, 在很大程度上影响植物对其它营养元素的吸收、利用, 从而共同影响作物的产量和品质。硼、氮营养及其相互关系在不同的作物上已经有了相关的报道。Birnbaum E H 等^[23]和 Graham R D^[24]认为硼能通过影响细胞壁、细胞膜、核酸及蛋白质合成等生理过程, 从而影响植物根系的活力以及氮化合物的运输和代谢。本试验中, 在同氮水平下, 棉花叶片的氮和磷含量均随着施硼量的增加呈现先上升再下降的趋势, 叶片的钾含量与施硼量没有显著的关系。棉花的施氮量与叶片含氮量呈显著正相关, 对叶片磷、钾的含量没有显著影响, 其主要原因在于增施硼肥后, 棉花的生长量比缺硼状态下棉花的生长量多, 而叶片磷、钾的含量没有显著变化, 可能与稀释效应有关, 增施氮肥对叶片磷、钾含量没有显著变化, 也可能是稀释效应所导致。

4 结论

在本试验中, 棉花的产量、株高、铃数、铃重、衣分以及叶柄环带出现率与施氮量和施硼量交互作用显著。在缺硼的条件下增施氮肥会加剧棉花缺硼的症状, 从而导致棉花减产。而增施硼肥可以缓解棉花缺硼的症状, 提高植株硼含量和叶绿素含量及产量。氮肥 270 kg/hm²和硼肥 13.5 kg/hm²配合施用时可获得最高的棉花产量。说明在天门地区适当地降低氮肥用量, 增加硼肥用量有利于棉花的生长和产量提高。

参考文献:

[1] Warington K. The effect of boric acid and borax on the broad bean and certain other plants [J]. *Ann Bot*, 1923, 37: 629–672.
[2] 沈振国, 张秀省, 王震宇, 等. 硼素营养对油菜花粉萌发的影响 [J]. *中国农业科学*, 1994, 27 (1): 51–56.
[3] Sheen Z G, Zhang X S, Wang Z Y, et al. On the relationship between boron nutrition and development of anther (pollen) in rapeseed plant (in Chinese) [J]. *Sciatica Agricultural Silica*,

1994, 27 (1): 51–56.
[4] 耿明建, 曹享云, 朱端卫, 等. 硼对甘蓝型油菜不同品种花期生理特性的影响 [J]. *中国油料作物学报*, 1998, 20 (1): 70–73.
[5] Läuchli A. Functions of boron in higher plants: recent advances and open questions [J]. *Plant Biol*, 2002, 4: 190–192.
[6] Hu H, Brown P H. Localization of boron in cell walls of squash and tobacco and its association with pectin (Evidence for a structural role of boron in the cell wall) [J]. *Plant Physiology*, 1994, 105 (2): 681–689.
[7] O'Neill M A, Ishii T, Albersheim P, et al. Rhamnogalacturonan II: structure and function of a borate cross-linked cell wall pectic polysaccharide [J]. *Ann Rev Plant Bio*, 2004, 55: 109–139.
[8] Iwai H, Hokura A, Oishi M, et al. The gene responsible for borate cross-linking of pectin rhamnogalacturonan-II is required for plant reproductive tissue development and fertilization [J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2006, 103: 16592–16597.
[9] 张育松, 陈洪德, 苏孝勇. 玫瑰茄茶 [J]. *福建茶叶*, 2001, (1): 21–22.
[10] 耿明建. 不同硼效率棉花品种对缺硼反应差异及其机理研究 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2003.
[11] 周晓峰, 王运华. 硼对棉花叶柄解剖结果的影响 [J]. *华中农业大学学报*, 1993, 22 (2): 122–125.
[12] 王运华, 刘武定, 皮美美. 棉花潜在性缺硼与有效施硼的研究 [J]. *中国农业科学*, 1985, (2): 62–69.
[13] 张炎, 毛端明, 王讲利, 等. 新疆棉花平衡施肥技术的发展现状 [J]. *土壤肥料*, 2003, (4): 8.
[14] 皮美美, 刘武定. 棉花硼氮营养关系的研究 [J]. *华中农业大学学报*, 1987, 6 (1): 42–50.
[15] 乔西. 钙和硼对大豆吸收氮、磷、钾养分及其生长、产量的影响 [D]. 南宁: 广西大学, 2008.
[16] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
[17] 段碧辉, 刘新伟, 矫威, 等. 硒减轻油菜幼苗硼毒害机理的研究 [J]. *中国农业科学*, 2014, 47 (11): 2126–2134.
[18] Gerik T J, Jackson B S, Stockle C O, et al. Plant nitrogen states and boll load of cotton [J]. *Agron*, 1994, 86: 514–518.
[19] Boquet D J, Breitenbeck G A. Nitrogen rate effect on partitioning of nitrogen and dry matter by cotton [J]. *Crop Sci*, 2000, 40: 1685–1693.
[20] Voncaemmerer S, Evans J R. Determination of the average partial pressure of CO₂ in chloroplasts leaves of several C₃ Plant [J]. *Plant Physiology*, 1991, 85: 287–305.
[21] 王月福, 于振文, 李尚霞, 等. 氮素营养水平对小麦开花后氮素同化、运输和产量的影响 [J]. *麦类作物学报*, 2002, 22 (2): 55–59.
[22] 潘媛. 甘蓝型油菜细胞壁特性与硼效率关系的研究 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2010.
[23] Birnbaum E H, Beasley C A, Dugger W M. Interaction of boron with components of acid metabolism in cotton cultured in vitro [J]. *Plant Physical*, 1997, 59: 1034–1038.

- [24] Craham R D, Welch R M, Grunes D L, et al. Effect of zinc deficiency on the accumulation of boron and other mineral nutrients in barley [J]. Soil Science Society of America Journal, 1987, 51 (3), 652 – 657.

Effects of the combined application of nitrogen and boron on the yield, petiole annulus and nutrient uptake of cotton

LI Ming-feng¹, PENG Wen-yong², LI Han-tao², HUANG Xiao-jing³, ZHAO Zhu-qing^{1,4*} (1. Hubei Provincial Engineering Laboratory for New-type Fertilizer, Huazhong Agricultural University, Wuhan Hubei 430070; 2. Fertilizer Authority and Quality of Arable Land of Tianmen, Tianmen Hubei 431700; 3. The Soil and Fertilizer Station of Hubei Province, Wuhan Hubei 430070; 4. Ministry of Agriculture Key Laboratory of Arable Land Conservation of Middle and Lower Reaches of Yangtze River, Huazhong Agricultural University, Wuhan Hubei 430070)

Abstract: An experiment was organized to study the effects of the combined application of nitrogen and boron on the yield, petiole annulus and nutrient uptake of cotton. The results showed that nitrogen and boron fertilizers had some interaction on cotton. At the same application of nitrogen, the ratio of cotton petiole annulus, the number of leaves with petiole annulus per plant and the petiole annulus of each leaf were significantly reduced with increasing boron application. When increasing the boron from 0 to 13.5 kg/hm², the nitrogen, phosphorus, boron and chlorophyll content of cotton leaves increased, the plant height, branch, bolls per plant, boll weight, lint percentage rate of cotton and yield were significantly increased. when the boron application was from 13.5 to 27 kg/hm², the phosphorus, potassium, boron and chlorophyll content of cotton leaves had no significantly change under both nitrogen levels. At the application of 270 kg/hm² nitrogen, the nitrogen content of cotton, the plant height, boll weight and the bolls per plant were decreased, while the yield had no significant change. When the application of nitrogen was 375 kg/hm², the nitrogen content of cotton, bolls, boll weight, lint percentage rate of cotton and yield was significantly increased. At the same application of boron, with nitrogen increasing, the ratio of cotton petiole annulus, the number of leaves with petiole annulus per plant, the petiole annulus of each leaf, the nitrogen and chlorophyll content of cotton leaves were significantly increased, but it had no significant effect on the phosphorus, potassium, boron and chlorophyll content of cotton leaves. The highest yield was 3 592 kg/hm² at N 270 kg/hm² and B 13.5 kg/hm². It showed that increasing boron and reducing nitrogen inputs effectively relieved boron deficiency of cotton in Tianmen city, Hubei province.

Key words: cotton; boron; nitrogen; yield; petiole annulus; nutrient uptake