

Bt 抗虫杂交棉叶片营养元素含量变化 及其与产量的关系

刘海荷, 李瑞莲, 陈金湘*

(湖南农业大学棉花研究所, 长沙 410128)

摘要: 为了比较杂交棉不同品种、不同世代棉花叶片营养元素含量的差异, 于 2003、2004 年以 Bt 抗虫杂交棉 NZ₆₂、H₆₄、H₁₆ 的杂交种一代、二代和三代为材料, 在湖南长沙进行了研究。田间试验在湖南农业大学试验基地进行, 采用随机区组试验, 设 4 次重复, 4 行区, 小区面积 13.4m²。分别于棉花盛花期、吐絮期两个时期, 在每个试验小区连续取 10 株棉株的倒数第 4 叶和倒数第 2 叶, 测定棉叶的全量 N、P、K、B、Cu、Zn、Fe、和 Mn 的含量。研究表明: 不同品种花铃期养分含量除 P 以外均存在显著差异, 且变化趋势基本一致, 均以 NZ₆₂ 含量最高, H₁₆ 次之, H₆₄ 最低, 差异达显著水平 ($p < 5\%$)。吐絮期不同品种叶片的 N、P、K 和 B 含量均不存在显著差异, 而 Cu、Zn、Mn 营养含量均存在显著差异, NZ₆₂ 比 H₁₆ 和 H₆₄ 高; 不同世代花铃期 F₁ 棉株叶片的 N、K、Cu、Zn、Fe、Mn 和 B 的含量显著高于 F₂、F₃ ($p < 5\%$), 而 F₂、F₃ 的含量变化基本一致, F₁ 代棉株对营养元素的吸收与 F₂、F₃ 代棉株相比具有显著的杂种优势。F₂、F₃ 代优势衰退与其叶片营养元素含量减少相符合。但吐絮期不同世代之间没有显著差异。相关分析表明, 花铃期棉花叶片含 N 量、含 K 量与子棉产量和皮棉产量有显著相关 ($p < 5\%$), 而吐絮期的这两个元素的含量与棉花产量无显著相关 ($p > 5\%$)。无论是花铃期还是吐絮期, B 元素的含量与子棉、皮棉产量的相关均达到极显著水平 ($p < 1\%$)。

关键词: 棉花; 杂种优势; 营养元素; 产量

文章编号: 1000-0933(2006)08-2510-06 中图分类号: Q968, S435, 622.1 文献标识码: A

Studies on the nutrition element contents of transgenic Bt cotton hybrid leaves and its relationship with yield

LIU Hai-He, LI Rui-Lian, CHEN Jin-Xiang* (Cotton Institute of Hunan Agriculture University, Changsha 410128, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(8): 2510 ~ 2515.

Abstract: The purpose of this study was to compare the nutrition element contents of leaves and analyze its relationship with the yield of transgenic Bt cotton hybrids F₁, F₂, F₃ of NZ₆₂, H₆₄, H₁₆. The field experiments were conducted with plots at 13.4m², 4 rows, the plots were arranged in randomized complete block design with 4 replications. The field experiments were conducted in Changsha experimental base of Hunan Agricultural University in 2003 and 2004. The contents of N, P, K, B, Cu, Zn, Fe and Mn of the fourth and second leaves from the top of main cotton stems were analyzed at flowering and open boll stages. Experiment results showed that there were significant differences in the contents of N, K, B, Cu, Zn, Fe and Mn in the 4th leaves at flowering stage among different cotton hybrid combinations. All the element contents of NZ₆₂ plants was the highest, that of H₁₆ was the second and that of H₆₄ was the lowest, the difference was significant ($p < 5\%$). There was no significant difference in the element contents of the second leaves among the transgenic Bt cotton hybrids at open boll stage. There were significant differences among the contents of N, K, Cu, Zn, Fe, Mn and B in the 4th leaves of F₁, F₂ and F₃ generations at flowering stage ($p < 5\%$), and

基金项目: 国家 863 计划资助项目(2003AA138)

收稿日期: 2005-05-27; 修订日期: 2005-11-20

作者简介: 刘海荷(1956~), 女, 长沙人, 教授, 主要从事农业生态与植物营养研究。

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jinxiangc@163.com

Foundation item: The project was supported by National Key Project "863 Project" (No. 2003AA138)

Received date: 2005-05-27; Accepted date: 2005-11-20

Biography: LIU Hai-He, Professor, mainly engaged in agroecology and plant nutrient.

the contents of F_1 plants were higher than F_2 and F_3 , and the difference between F_2 and F_3 was not significant. F_1 plants showed higher hybrid vigor to absorb nutrition elements than F_2 and F_3 plants. The decreased hybrid vigor of F_2 and F_3 were related with the decreasing of nutrition element contents. But there was no significant difference in the element contents of the second leaves of F_1 , F_2 and F_3 plants at open boll stage ($p < 5\%$). The results of correlation analysis showed that the cotton yields, both seed cotton yield and lint yield, were significantly positive related to N and K contents of the hybrid leaves at flowering stage, but the relationship at open boll stage was not significant ($p > 5\%$). The positive correlation of cotton yields and the B contents in cotton plant leaves at flowering and open boll stages were highly significant ($p < 1\%$).

Key words: cotton; hybrid vigor; nutrition element; cotton yield

近年来,随着转基因抗虫杂交棉的推广应用,棉花单产不断提高。转基因抗虫杂交棉由于具有杂种优势和抗虫性特性,因而棉花蕾铃脱落减少,成铃的时空分布发生变化,棉株对营养元素的吸收与常规棉品种有差异^[1]。荆竹等以常规棉品种辽棉 5 号为材料,研究认为棉花 N、P 吸收高峰在蕾期至盛花期^[2]。而刘爱玉等以抗虫杂交棉 F_1 为材料,研究表明棉株吸收 N 最多的时期为花铃期,而蕾期吸收较少^[3]。常规棉花品种棉株营养元素含量与棉花生长发育状况、产量、品质形成及棉株生理代谢的关系虽然已有许多研究^[4-7],但其研究结果难以应用于转基因抗虫杂交棉。转基因抗虫杂交棉杂种优势的利用及其叶片营养元素含量的变化与产量的关系研究,大多局限于杂种 F_1 代和 N、P、K 元素^[8-14],而杂种 F_2 、 F_3 代的利用及其微量元素含量的差异等研究鲜见报道。

本文以转 Bt 基因抗虫杂交棉为材料,研究杂交棉不同品种、不同世代叶片营养元素含量变化及其与产量的关系,试图为转基因抗虫杂交棉的高产科学施肥提供依据。

1 材料与方 法

田间试验于 2003、2004 年在湖南农业大学校内试验基地进行,样品养分含量的分析测试在作物栽培学与耕作学国家级重点学科实验室进行。

试验地为沙壤土,连作棉田,前茬为油菜,土壤肥力中等偏上。试验地全量氮含量为 1180 mg/kg,全量磷 (P_2O_5) 1890 mg/kg,全量钾 (K_2O) 26500 mg/kg,速效氮 81 mg/kg,速效磷 (P_2O_5) 23.1 mg/kg,速效钾 (K_2O) 56 mg/kg,有效铜为 3.15 mg/kg (HCl 提取),有效锌为 2.49 mg/kg (HCl 提取),有效铁为 3.56 mg/kg (醋酸-醋酸铵提取),有效锰为 12.68 mg/kg (DTPA 提取),有效硼为 0.62 mg/kg (水溶性),有机质 22900 mg/kg,水浸 pH 8.10。试验品种(组合)为转基因抗虫杂交棉 NZ₆₂、H₆₄、H₁₆ 的杂交种一代、二代和三代,共 9 个材料。NZ₆₂ 为本所自育品种, F_1 种子由湖南省棉花种子公司提供。H₆₄、H₁₆ 的 F_1 种子由美国岱字棉公司提供。 F_2 、 F_3 分别为 F_1 、 F_2 自交群体材料,对照为泗棉 3 号,均由湖南农业大学棉花研究所提供。田间试验于 2003 年、2004 年进行,3 个品种 3 个世代共 9 个试验处理,采用随机区组设计,重复 4 次,小区长 3.35m,宽 4m,4 行区,小区面积为 13.4m²,密度为 27000 株/hm²。4 月 12 日播种,5 月 20 日移栽,移栽时施基肥 375kg/hm² (复合肥,含 N 18%、 P_2O_5 4%、 K_2O 9%),6 月底开沟埋施花铃肥(尿素 75kg/hm²,含 N 46%,复合肥 300kg/hm²,养分含量同上)。8 月初打顶、去旁心。其它栽培措施按湖南省棉花规范化栽培技术标准实施(DB/T-97)。

棉花盛花期和吐絮期,是棉花产量形成的重要时期,其功能叶营养元素含量是衡量棉花生长发育状况的重要指标^[15],因此本试验以棉花盛花期棉株倒数第 4 叶和吐絮期倒数第 2 叶为研究材料,在各小区连续取 10 株棉株的倒 4 叶和倒 2 叶,杀青、烘干,制样后,分析棉叶全量 N、P、K 和 B、Cu、Zn、Fe、Mn 的含量。

1.1 样品制备

将采集的样品先用清水洗去附着的灰尘等杂物,再用 0.1mol/L HCl 洗涤,随即用蒸馏水洗涤,然后将试样盛在塑料盘中,置于有通风装置的干燥箱中,70~80℃烘干,冷却至室温,用玛瑙研钵研碎,过 1mm 筛,用塑料瓶贮藏 in 冰箱中,备用。冷藏温度控制在 10℃左右。

1.2 测定方法

全量 N 的测定用硫酸-过氧化氢消化-蒸馏法;全量 P 的测定用硫酸-过氧化氢消化-钒钼黄比色法;全量 K 的测定用硫酸-过氧化氢消化-火焰光度法;全量 Cu、Zn、Fe、Mn 的测定用湿灰化-原子吸收分光光度法;全量 B 的测定用干灰化-甲亚胺比色法^[16]。

1.3 数据分析

采用 Excel 和 DPS 数据分析系统对试验数据进行统计分析,分析不同品种、同一品种不同世代棉叶营养元素含量的差异。

2 结果与分析

2.1 棉花花铃期养分含量的分析

分析表 1 的资料表明,NZ₆₂ F₁ 叶片含 K 量为 12.6g/kg,比 NZ₆₂ 的 F₃ 10.0 g/kg,高 26.0%,H₁₆ F₁ 叶片含 K 量为 11.7 g/kg,比 F₂ 10.6 g/kg,高 10.4%。不同品种各元素含量的最小值与最大值相差百分数分别为:大量元素 N 8.9%、P 21.3%、K 26%,微量元素 Cu 相差 58.8%、Zn 21.1%、Fe 52.8%、Mn 45.4%、B 8.7%。以 N、B 变幅最小,Cu、Fe 变幅最大,品种间差异达显著水平($p < 5\%$)。对照种各元素的含量显著低于杂交种 F₁,与 F₂ 相近,略高于 F₃,对照与各品种 F₂、F₃ 的平均数差异不显著。

表 1 杂交抗虫棉不同品种花铃期叶片营养元素含量分析

Table 1 Nutrition element contents of transgenic hybrid cotton at flowering stage

杂交品种 Hybrids	N	P	K	Cu	Zn	Fe	Mn	B
	(g/kg)			(mg/kg)				
NZ ₆₂ F ₁	40.2ab	5.7a	12.6a	17.87aA	27.28aA	297.82aA	9.51aA	8.34a
NZ ₆₂ F ₂	40.0b	5.5a	11.8ab	12.65deCDE	26.12abAB	278.34abA	7.28dD	7.90ab
NZ ₆₂ F ₃	38.6bc	6.0a	10.0b	12.12deDE	25.25abcAB	269.00bAB	6.54fE	7.94ab
H ₁₆ F ₁	41.7a	5.6a	11.7ab	14.09CBC	27.31aA	286.35abA	9.46aA	8.38a
H ₁₆ F ₂	39.0bc	6.3a	10.6b	12.39deCDE	24.29bcdABC	267.52bAB	7.88cC	8.22a
H ₁₆ F ₃	38.8bc	5.3a	11.0ab	11.50eDE	23.36cdB	244.95cB	6.72efDE	8.18ab
H ₆₄ F ₁	39.9bc	5.9a	10.8ab	15.76bB	25.61abcAB	284.34abA	8.59bB	8.19ab
H ₆₄ F ₂	38.7bc	5.8a	11.2ab	13.27cdCD	24.16bcdAB	214.74dC	7.14deD	8.09ab
H ₆₄ F ₃	38.3bc	5.2a	10.2b	11.25eE	22.56dB	194.94dC	7.09deDE	7.71b
CK	37.8d	5.6a	10.9ab	12.96cdCDE	23.83bcdAB	198.32dC	8.39bBC	8.11ab

* 表中不同小写字母表示 SSR 检验达 0.05 显著水平,大写字母表示达 0.01 极显著水平,下同 There were no significant difference at 5% and 1% level respectively for the means within same columns followed by the same small letter and/or same capital letter

以品种和世代两向分组方式,分析 NZ₆₂、H₁₆、H₆₄ 3 个杂交品种及其 F₁、F₂、F₃ 花铃期叶片养分含量的差异。研究表明,棉花不同杂交棉品种、不同世代花铃期叶片营养元素含量存在差异(见表 2)。各不同品种的养分含量存在一定的差异,以 3 个世代的平均数计算 NZ₆₂、H₁₆、H₆₄ 3 个杂交品种叶片含 P 无差异,N、K、Zn、Fe 含量以 NZ₆₂ 含量最高,H₁₆ 次之,H₆₄ 最低,差异达显著或极显著水平。Cu 以 NZ₆₂ 含量最高,H₆₄ 次之,H₁₆ 最低,Mn 和 B 则以 H₁₆ 最高,NZ₆₂ 和 H₆₄ 差异不显著,可见品种不同对营养元素的吸收存在差异。分析不同世代间养分吸收的差异表明,F₁、F₂、F₃ 除 P 元素外,其它养分含量均存在显著($p < 5\%$)或极显著差异($p < 1\%$),且世代间营养含量的差异表现为随世代增加而优势递减,符合杂种后代群体内杂合基因型个体逐代减少的遗传规律,证明杂合基因型个体营养吸收优势明显。F₁ 棉株叶片的 N、K、Cu、Zn、Fe、Mn 和 B 的含量显著多于 F₂、F₃ ($p < 5\%$),而 F₂ 含 Cu、Fe、Mn 的量显著多于 F₃ ($p < 5\%$),其余元素两者间差异不显著($p > 5\%$)。

花铃期 P 的含量没有表现随品种和世代的不同而变化,也许与土壤含有充足的 P 有关(试验地速效 P 含量为 23.1mg/kg)。F₁、F₂、F₃ 不同世代棉株叶片 N、K 含量的变化,呈递减趋势。

2.2 棉花吐絮期养分含量的分析

棉花花铃期地上部分营养器官和地下部分根系生长逐渐停止,杂交棉不同品种和不同世代根系生长停止的时间不同,根系吸收功能衰退的程度也不一致,因而养分的累积和转运存在差异,但不同品种、不同世代棉

叶养分含量的差异与花铃期相比规律不明显。吐絮期棉花叶片营养元素分析结果列于表 3、表 4。

表 2 不同品种、不同世代杂交抗虫棉花铃期营养元素含量分析

Table 2 Nutrition element contents of different transgenic hybrids cotton and its generations at flowering stage

项目 Item		N	P	K	Cu	Zn	Fe	Mn	B
		(g/kg)			(mg/kg)				
不同品种	NZ ₆₂	39.8a	5.7a	11.5aA	14.21aA	26.33aA	281.72aA	7.77bAB	8.05a
Hybrids	H ₁₆	39.7a	5.7a	11.3aA	12.66bB	25.05abAB	266.27bB	8.02aA	8.26a
	H ₆₄	39.0a	5.7a	10.1bB	13.42abAB	23.99bB	231.34cC	7.60bB	8.00a
不同世代	F ₁	40.6aA	5.9a	11.7aA	15.91aA	26.61aA	289.50aA	9.18aA	8.30a
Generations	F ₂	39.3bB	5.8a	10.8bAB	12.77bB	24.92bAB	253.53bB	7.43bB	8.07ab
	F ₃	38.6bB	5.5a	10.4bA	11.62cB	23.84bB	236.29cC	6.78cC	7.95b

表 3 杂交抗虫棉不同品种吐絮期营养元素含量分析

Table 3 Nutrition element contents of different combinations of transgenic cotton hybrids at open boll stage

杂交品种		N	P	K	Cu	Zn	Fe	Mn	B
		(g/kg)			(mg/kg)				
	NZ ₆₂ F ₁	36.02a	2.83a	9.63a	15.58aA	18.42aA	201.48ab	8.87bcAB	8.56a
	NZ ₆₂ F ₂	36.23a	3.10a	10.17a	14.20bA	16.05bcAB	211.41a	8.33bcdBC	7.18bc
	NZ ₆₂ F ₃	36.76a	3.05a	8.57a	11.56cB	14.94cB	144.79c	7.00fD	7.07c
	H ₁₆ F ₁	37.07a	3.13a	9.17a	11.61 cB	17.32abAB	187.06abc	9.07abAB	8.12ab
	H ₁₆ F ₂	37.09a	2.98a	9.40a	11.63 cB	16.49abcAB	176.54abc	8.20cdBC	7.94abc
	H ₁₆ F ₃	35.72a	3.24a	9.77a	11.52 cB	15.77 bcAB	161.38abc	7.27efCD	7.75abc
	H ₆₄ F ₁	36.81a	2.90a	10.07a	11.54 cB	16.32abcAB	184.40abc	9.69aA	8.68a
	H ₆₄ F ₂	37.46a	3.14a	9.13a	11.71 cB	14.43 cB	185.26abc	8.35bcdBC	7.50bc
	H ₆₄ F ₃	35.83a	2.95a	9.43a	11.19 cB	14.80 cB	169.41abc	7.98deBCD	7.38bc
	CK	36.77a	3.04a	9.44a	12.34 cB	15.88bcAB	151.00bc	7.59defCD	7.56bc

研究表明:第一,处理间不同品种、不同世代棉花叶片除 N、P、K 营养元素含量均不存在显著差异外,其余元素均存在显著差异;第二,品种间 Cu、Fe、Zn、Mn 营养元素含量均存在显著差异, NZ₆₂ 棉叶 Cu、Zn、Fe 含量均比其它两个品种高;第三,不同世代间 N、P、K 三要素不存在显著差异,而微量元素含量却存在显著差异,且表现为随世代的递增而含量减少。每个品种微量元素的含量以 F₁ 代最高, F₂ 代次之, F₃ 代最低。对照的各元素含量介于杂种 F₂ 与 F₃ 之间,显著低于 F₁。就品种而言以 NZ₆₂ F₁ 棉叶 Cu、Zn、Fe 和 B 的含量最高。因而该品种田间表现为产量高、品质好,吐絮期呈现绿叶托白絮的良好生长状况,而其余两个品种吐絮期大多吐絮铃的对位叶枯黄甚至脱落。

表 4 不同品种、不同世代杂交抗虫棉吐絮期营养元素含量分析

Table 4 Nutrition element contents of different combinations and generations of transgenic cotton hybrids at open boll stage

项目 Item		N	P	K	Cu	Zn	Fe	Mn	B
		(g/kg)			(mg/kg)				
不同品种	NZ ₆₂	36.3a	2.99a	9.46a	13.78aA	16.47aA	185.89aA	8.07b	7.60a
Combinations	H ₁₆	36.6a	3.11a	9.44a	11.59bB	16.52aA	175.00aA	8.18b	7.94a
	H ₆₄	36.7a	2.99a	9.54a	11.48bB	15.184bA	179.69aA	8.67a	7.85a
不同世代	F ₁	36.6a	2.95a	9.62a	12.91aA	17.35aA	190.98aa	9.21a	8.33a
Generations	F ₂	36.9a	3.07a	9.57a	12.51aA	15.65bB	191.07aA	8.29b	7.54b
	F ₃	36.1a	3.08a	9.26a	11.42bB	15.17bB	158.53bA	7.41c	7.52b

2.3 不同生育期棉株养分含量与产量的关系

棉花产量与花铃期和吐絮期棉株的养分含量有一定的关系。试验处理平均子棉产量为 4301.3 kg/hm², 皮棉产量为 1709.8 kg/hm²。农杂 62F₁ 产量最高, 子棉产量为 4902.9 kg/hm², 皮棉产量为 1906.6 kg/hm²。H₁₆ F₃ 产量最低, 子棉产量为 4067.3 kg/hm², 皮棉产量为 1629.5 kg/hm²。分析各不同品种花铃期倒 4 叶和吐絮期倒 2 叶的营养元素含量, 分别求得两个生育期棉叶各元素含量与子棉和皮棉产量的相关系数, 结果列于表 5。

表 5 棉株的营养元素含量与产量的相关系数

Table 5 Correlation coefficients of nutrition element contents and lint yields of cotton plants

项目 Item	子棉产量 seed cotton yield		皮棉产量 lint cotton yield	
	花铃期 Flowering stage	吐絮期 Open boll stage	花铃期 Flowering stage	吐絮期 Open boll stage
N	0.6945*	-0.1649	0.7326**	-0.1808
P	0.0584	-0.5063	0.0205	-0.3680
K	0.7850**	0.3879	0.7677**	0.3538
B	0.7219**	0.7365**	0.7433**	0.7017*
Cu	0.0582	0.2912	-0.0488	0.1564
Zn	0.6399*	-0.2175	0.5725	-0.3329
Fe	0.5345	0.7040*	0.5038	0.7134*
Mn	-0.3012	-0.3222	-0.2881	-0.3431

* 表示相关达 5% 的显著水平, ** 表示达 1% 的显著水平 Significant at 5% and 1% level respectively, 下同 the same below

从表 5 可见,花铃期棉花叶片含 N 量与子棉产量和皮棉产量有显著相关($p < 5\%$),而吐絮期的含 N 量,则与棉花产量相关不显著,表现为微弱的负相关。花铃期、吐絮期 P 元素的含量与棉花产量均不存在显著的相关关系。花铃期棉叶 K 元素含量与子棉和皮棉产量有极显著的相关($p < 1\%$),而吐絮期的相关未达显著水平($p > 5\%$)。在所检测的微量元素中,与棉花产量相关最显著的是 B 元素,花铃期的含量与子棉、皮棉产量的相关均达到极显著水平($p < 1\%$),吐絮期的 B 含量与子棉产量的相关也达到了极显著水平($p < 1\%$),与皮棉产量的相关达到了显著水平($p < 5\%$)。棉株 Cu、Mn 含量与子棉产量和皮棉产量没有显著相关。花铃期 Zn 的含量与子棉产量相关显著,而与皮棉产量相关不显著。吐絮期棉株叶片 Fe 的含量与子棉、皮棉产量的相关均显著($p < 5\%$)。就品种而言,仅 NZ₆₂ 叶片含 Cu 高于 H₁₆ 和 H₆₄, 差异显著,而不同世代间,仅 F₁ 代含 B 量与 F₂、F₃ 有显著差异。

2.4 不同世代棉株养分含量与棉花产量的关系

分析杂交棉 F₁、F₂、F₃ 的子棉产量、皮棉产量与花铃期棉叶营养元素含量的相关关系,结果表明,相关达显著水平的较少,其中 P 与 F₃ 的子棉产量,K、B 与 F₂ 的子棉、皮棉产量,Zn 与 F₃ 的子棉、皮棉产量达到了显著相关($p < 5\%$)。

表 6 不同世代棉株的营养元素含量与子棉产量和皮棉产量的相关系数

Table 6 Correlation coefficients of nutrition element contents and lint yields of different hybrid combinations and generations of transgenic cotton hybrids

营养元素含量 Nutrition element content	F ₁		F ₂		F ₃	
	子棉产量 Seed cotton yield	皮棉产量 Lint cotton yield	子棉产量 Seed cotton yield	皮棉产量 Lint cotton yield	子棉产量 Seed cotton yield	皮棉产量 Lint cotton yield
N	-0.0842	0.0057	-0.1786	-0.3275	0.1206	0.0522
P	0.3885	0.4272	0.3585	0.3109	0.5341*	0.4397
K	0.3447	0.2524	0.6671*	0.5433*	-0.0363	0.0255
B	0.2768	0.2850	-0.5543*	-0.6006*	0.3398	0.2192
Cu	0.4323	0.2803	-0.1523	-0.1952	0.3995	0.3909
Zn	-0.0255	-0.1105	-0.0229	-0.0715	-0.5336*	-0.6185*
Fe	0.4717	0.4445	-0.4733	-0.4331	-0.1869	-0.0592
Mn	-0.1181	-0.0787	-0.0283	0.0314	-0.0869	0.0265

3 讨论

3.1 棉花花铃期是棉花生长发育和产量形成最重要的时期,功能叶营养元素含量与棉株的生长发育状况密切相关。虽然这一时期叶片养分含量的多寡受栽培因子和生态环境的影响较大,但不同基因型群体存在显著差异,说明杂交棉品种不同的遗传背景是导致不同品种和不同世代功能叶营养元素含量差异的根本原因。

3.2 棉花花铃期不同品种、不同世代棉株 N、K、Cu、Zn、Mn 元素含量差异明显,可作为棉花营养诊断和杂种优势预测与评价的重要指标。而棉花吐絮期随着根系吸收功能的衰退,品种间和世代间棉叶 N、P、K 含量差异不显著,但微量元素含量差异显著,也许微量元素与纤维的形成有密切的关系,如 B 能与游离状态的糖结合,使糖带有极性,从而容易通过质膜,促进运输与营养的转化,因此吐絮期 B 含量高的品种,生殖生长较强、产

量较高。这与王运华^[6]、耿明建^[7]、谢青^[17]及靖秀香^[18]和宋世文^[19]等有相似的结论。

3.3 杂交棉 F₁ 代具有明显的生长优势和产量优势, F₂ 代、F₃ 代优势出现衰退, 主要原因是不同世代群体中杂合型个体数减少, 越是高世代群体分离出类似亲本的个体越多, 杂合型个体数就越少, 群体的生长优势就越小, 群体养分吸收功能的整体下降, 导致世代间叶片营养元素含量的差异, 这种差异不仅与棉花产量的形成有显著相关, 同时也与棉花纤维品质的形成关系密切, 棉花大多纤维品质性状随杂交棉世代的增加而变劣。因此, 在杂交棉生产中不宜利用多代。

References:

- [1] Wang R X, Zhang Z G, Chen J X, *et al*, Studies on Effects of Cultural Factors on Main Agronomic and Economic Characters of Different Fruiting Position in Cotton. *Cotton Science*, 2004, 16(5): 296 ~ 300.
- [2] Xing Z, Shen J B, Guo J H, *et al*, Study on The Law of Absorbing Nourishment elements and effect of potassium of High cotton yield. *Soil and fertilization*, 1994, 7(4): 25 ~ 27.
- [3] Liu A Y, Chen J X, Zhang Z G, *et al*, Effects of Cultural Factors on Spatio-Temporal Distribution of Bolls in Bollworm- Resistant Hybrid Cotton. *Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences)*, 2004, 30(1): 9 ~ 13.
- [4] Hu M F, Tian C Y, Ma Y J, The Relations between Soil/Plant Tissue Nitrate-N Concentration and Cotton Yield or Other Related Factors. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 2002, 11(3): 128 ~ 131.
- [5] Hu S Q, Yang X, Zhang X Q, *et al*, The Effect of Purple Soil on Cotton Yield and Fiber Quality. *Cotton Science*, 2001, 13(1): 36 ~ 41.
- [6] Wang Y H, Zhou X F. Effects of Boron on Some Elements, Phenol, Enzyme Activity and Hormone in Cotton Petiole. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 1994, 1(1): 61 ~ 66.
- [7] Geng M J, Wu L S, Liu W D, Cao X Y. Effects of Boron on Inorganic Nutrient in the Different Parts of Floral Organ of Two Cotton Cultivars I . B, Cu, Zn, Fe and Mn. *Huazhong Agricultural University Science*, 2003, 22(1): 40 ~ 44.
- [8] Meredith W R. Yield and fiber-quality potential for second-generation cotton hybrids. *Crop Sci*, 1990, 30: 1045 ~ 1048.
- [9] Meredith W R, Bridge R R. Heterosis and gene action in cotton. *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci.*, 1972, 12: 304 ~ 310.
- [10] Dever J K, Gannaway J R. Relative fiber uniformity between parent and F₁ and F₂ generations in cotton. *Crop Sci.*, 1992, 32: 1402 ~ 1408.
- [11] Bing Tang , Jenkins J N, McCarty J C, Watson C E. F₂ hybrids of host plant germplasm and cotton cultivars II . heterosis and combining ability for fiber properties. *Crop Sci.*, 1993, 33: 706 ~ 710.
- [12] Wang X D, Genetic Analysis on Heterosis and Inbreeding Depression Upland Cotton. *Acta Agrinomic Sinica*, 1991, 7: 17 ~ 21.
- [13] Cui R M, Yan F J, Wang Z X, *et al*. Study on Heterosis Distribution of Main Characters of Transgenic Bt Cotton. *Cotton Science*, 2002, 14(3): 162 ~ 165.
- [14] Xing Y H, Jing S R, Zhan X H, *et al*. Studies on Utilization of F₂ Hybrid Vigor in Cotton (*G. hirsutum*). *China Cotton*, 1987, 14(2): 12 ~ 14.
- [15] Cotton Research Institute, CAAS. *Cotton Culture in China*. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1982. 100 ~ 135.
- [16] Nanjin Agricultural University. *Analysis of Soil and Agrochemistry*. Beijing: Agriculture Press, 1990, 213 ~ 229.
- [17] Xie Q, Wei W, Wang Y H. Studies on Absorbion, Translocation and Distribution of Boron in Cotton(*Gossypium hirsutum* L.). *Acta Agronomica Sinica*, 1992, 18(2): 31 ~ 37.
- [18] Jing X X, Wang B L, Zhang L, Zhao C X. Effects of Compound Fertilizer of Boron and Zine on Cotton Yield. *China Cotton*, 1999, 26(7): 36.
- [19] Shong S W, Cao X Y, Liu D W. A Study on the Relationships of B-Deficiency Susceptibility of Different Cotton Cultivars and Ca-Absorbing. *China Cotton*, 1997, 24(3): 9 ~ 10.

参考文献:

- [1] 王仁祥, 张志刚, 陈金湘, 等. 栽培因子对棉株不同座果点主要农艺及经济性状影响的研究. *棉花学报*, 2004, 16(5): 296 ~ 300.
- [2] 荆竹, 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. *土壤肥料*, 1994, 7(4): 25 ~ 27.
- [3] 刘爱玉, 陈金湘, 张志刚, 等. 栽培因子对抗虫杂交棉棉铃形成时空分布的影响. *湖南农业大学学报(自然科学版)*, 2004, 30(1): 9 ~ 13.
- [4] 胡明芳, 田长彦, 马英杰, 等. 土壤/植株硝态氮含量与棉花产量及其相关因素之间的关系. *西北农业大学学报*, 2002, 11(3): 128 ~ 131.
- [5] 胡尚钦, 杨晓, 张相琼, 等. 紫色土壤施氮对棉花产量品质的效应. *棉花学报*, 2001, 13(1): 36 ~ 41.
- [6] 王运华 周晓峰. 硼对棉花叶柄中无机营养、酚、酶活性的影响研究. *植物营养与肥料学报*, 1994, 1(1): 61 ~ 66.
- [7] 耿明建, 吴礼树, 刘武定, 曹享云. 硼对 2 个棉花品种花器不同部位矿质营养的影响 I . 对微量元素 B, Cu, Zn, Fe 和 Mn 的影响. *华中农业大学学报*, 2003, 22(1): 40 ~ 44.
- [12] 王学德. 陆地棉杂种优势及自交衰退的遗传分析. *作物学报*, 1991, 7(增): 17 ~ 21.
- [13] 崔瑞敏, 闫芳教, 王兆晓, 等. 转 Bt 基因杂交棉主要性状优势率分布研究. *棉花学报*, 2002, 14(3): 162 ~ 165.
- [14] 邢以华, 靖深蓉, 占先合, 等. 棉花杂种二代利用价值的研究. *中国棉花*, 1987, 14(2): 12 ~ 14.
- [15] 中国农业科学院棉花研究所主编. *中国棉花栽培学*. 上海: 上海科学技术出版社, 1982. 100 ~ 135.
- [16] 南京农业大学主编. *土壤农化分析*. 北京: 农业出版社, 1990. 213 ~ 229.
- [17] 谢青, 魏文, 王运华. 棉花对硼的吸收、运转和分配的研究. *作物学报*, 1992, 18(2): 31 ~ 37.
- [18] 靖秀香, 王伯龄, 张莉, 赵传侠. 棉花喷施复合硼锌肥的增产效应. *中国棉花*, 1999, 26(7): 36.
- [19] 宋世文 曹享云 刘武定. 对缺硼敏感性不同的棉花品种与钙吸收关系的研究. *中国棉花*, 1997, 24(3): 9 ~ 10.