

广西南部宿生陆地棉的产量构成因素及其途径分析

陈国平^{1,2}, 张新¹, 周瑞阳^{1*}, 赵洪涛¹

(1. 广西大学农学院, 南宁 530005; 2. 广西柑桔研究所, 广西桂林 541004)

摘要: 棉花宿生栽培对于雄性不育系的多年生保持和杂交制种, 固定杂种优势、加速杂种优势利用和保存种质资源具有重要意义。探讨陆地棉宿生栽培的产量构成因素及其对产量形成的影响, 为陆地棉宿生栽培提供理论依据。采用随机区组设计, 对三年生、二年生宿生陆地棉的产量构成因素及其对产量形成的影响进行比较研究。结果表明: 与一年生棉比较, 宿生棉单位面积总铃数明显增多, 多数品种的单铃重无明显变化, 衣分变化因品种而异。三年生和二年生各因素对产量影响的趋势一致, 总铃数影响最大, 衣分影响次之, 两者主要是直接影响; 单铃重通过总铃数的间接影响较大。一年生各因素对产量影响略有不同。宿生栽培的总铃数明显增多, 是增产的主要原因, 同时应选择衣分高、受宿生年限影响小的品种。

关键词: 陆地棉; 宿生栽培; 产量构成因素; 途径分析; 广西南部

中图分类号: Q949.79 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2010)04-0526-05

Study on the yield factors and path analyses for perennial cultivation of upland cotton in Southern Guangxi

CHEN Guo-Ping^{1,2}, ZHANG Xin¹, ZHOU Rui-Yang^{1*}, ZHAO Hong-Tao¹

(1. College of Agriculture, Guangxi University, Nanning 530005, China;

2. Guangxi Citrus Research Institute, Guilin 541004, China)

Abstract: The perennial cultivation of upland cotton is very important for maintaining genic male sterile lines, producing hybrid seeds, fixing heterosis and preserving special germplasm. The yield factors and path analyses of perennial cultivation of annual upland cotton was researched to supply the theory of perennial cultivation. Random block design and orthogonal arrays were set up to investigate the yield factors and path analyses of triennial and biennial cultivation of annual upland cotton among 4 varieties of upland cotton, with biennial cultivation as contrast, in Nanning Guangxi from 2005 to 2007. Compared with annual cotton, the total bolls per plant were increased obviously. The single boll weights had no significant difference for most varieties. Lint percentage changes with varieties. The trend of yield factors influencing yield for triennial cotton was in accord with biennial cotton. The influence of total bolls was first, lint percentage was second, and the both are principally direct influence. The indirect influence overpass total bolls was bigger. Compared with triennial and biennial cotton, these factors presented only a little difference in influencing the yield of annual cotton. It indicated that the total bolls per plant for perennial cultivation were increased. Obviously, perennial cultivation was principal reason of increasing production, at a time varieties would be selected to be high of lint percentage, to be influenced a little by perennial ages.

Key words: upland cotton; biennial cultivation; yield factors; path analyses; South of Guangxi

收稿日期: 2009-08-31 修回日期: 2010-02-07

基金项目: 国家科技支撑计划(农林动植物育种工程)项目(协作子课题)(2006BAD01A05-xz02)[Supported by Agroforestry and Animal Plant Breeding Project of State Science and Technology Plan(2006BAD01A05-xz02)]

作者简介: 陈国平(1962-), 男, 广西全州县人, 博士, 副教授, 主要从事作物栽培和生理生态等研究, (E-mail) cgp88888@126.com.

* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: Ry_zhou@tom.com)

棉花是多年生木本植物,虽然经过长期引种驯化、培育选择变成了一年生作物,但仍保持着多年生木本植物的生物学性状,如无限生长习性、较强的再生能力和可塑性等(董合忠等,2005;万连步等,2004)。宿生棉有多方面的用途,美国、印度、中国(王坤波等,1999,1991,1992,2002)等国家把棉花宿生或多年生栽培应用于品种资源和特殊变异株的保存(王坤波,2000,1994),及种质资源的创新(钱思颖等,1996)。国外有研究报道,棉花野生种的含油量年份间差异显著,种籽指数年份间没有变异(Gotmare,2004);De Souza等(1993)对5种多年生棉花基因型在5个地点的产量稳定性和环境适应性进行了比较研究。

国内外对陆地棉宿生栽培的报道较少。张新等(2007)研究表明,陆地棉细胞核雄性不育系洞A种子繁殖的二年生植株与一年生植株相比,产量极显著提高,而且纤维品质没有显著变化;不同宿生年限的母本与同一父本的杂交后代,所有性状均无显著差异。陈国平等(2008)对5个二年生陆地棉的皮棉产量、棉纤维品质、产量构成因素进行了初步研究,结果表明,二年生陆地棉的皮棉产量比其一年生的高,棉纤维品质基本不变。陆地棉在广西南部的宿生栽培具有广阔的发展前景。

一年生栽培的陆地棉产量构成因素的通径分析已有较多的报道(李永山等,2001;张志刚等,2003;狄佳春等,2000;李国锋等,2001;黄志勇等,1999),但宿生棉与一年生棉相比,其生长发育规律有较大差异,产量构成因素的相对重要性也不同。笔者在南宁对广西南部宿生陆地棉的产量构成因素对产量形成的影响进行了研究,旨在为陆地棉宿生栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点与材料

试验于2005~2007年在广西大学农学院教学科研基地进行。试验地为红壤土,前作为红麻。供试材料为:湘杂棉3号(No.4)、中928 F₁(No.5)、太空棉28(No.8)、鄂棉1号(No.10,即对照,为广西平果县等地经多年种植的本地棉品种,但品种已严重退化)。

1.2 试验设计与方法

试验采用随机区组设计,小区面积2 m×10 m,3

次重复。2005年进行10个陆地棉品种的引种试验,5月4日播种,每小区播种45株(3×15)。2006年保留上述供试的4个越冬品种,并重新播种,进行一年生和二年生陆地棉比较试验,共8个处理;2007年在前2年试验基础上,重新播种,进行一年生、二年生和三年生陆地棉比较试验,共12个处理。密度由2005年的45株调整为30株(减少中间1行,由3行变为2行,挖掉的植株用于补缺株);新植棉的播种期分别为2006年4月16日和2007年4月8日。

1.3 田间栽培管理

2006年2月11日和2007年4月7~8日对宿生棉植株进行修剪。留主茎高50~70 cm,剪除原主茎上的叶枝和结果枝;新枝长出后,每隔5~7 d进行一次抹芽(修剪)定枝;在不同方位留3~5个新枝;新枝上保留结果枝,不留叶枝。3月上旬(2006年)、4月上旬(2007年)撒施每小区0.3 kg,复合肥后中耕松土一次;5月上旬进行第二次施肥(每小区施复合肥、尿素各0.5 kg)。一年生植株不留叶枝。田间其他管理按常规进行。

1.4 田间观察项目与方法

吐絮期以小区为单位,每隔7~10 d采收1次,并记载采收铃数;晒干后用电子天平(量程0.01 g)称每批次籽棉重,用小区每批次籽棉重之和计算单位面积籽棉产量;从每批次采收的籽棉中称取250 g,轧出皮棉,计算出衣分,用加权平均衣分计算小区皮棉产量和单位面积皮棉产量。用每批次采收的铃数之和计算单位面积总铃数,用小区每批次采收的籽棉产量之和除以相应的总铃数计算单铃(籽棉)重,用小区每批次采收的加权平均衣分作为皮棉产量构成因素的衣分。

1.5 数据处理

用SAS(8.2)、DPS、Excel等软件对资料进行整理和统计分析;多重比较采用邓肯氏新复极差检验法,用字母标记表示结果,不同小写字母表示差异显著($P \leq 0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P \leq 0.01$);表中平均数后为标准差。

2 结果与分析

2.1 宿生陆地棉与一年生陆地棉的产量构成因素比较

2.1.1 总铃数比较 2006年各处理的总铃数范围每1 hm²为81.47~127.18万个。栽培年限比较,4个品种二年生平均单位面积总铃数极显著多于一年

生的,其中,湘杂棉3号、中928 F₁、对照二年生的极显著多于其一年生的,太空棉28的差异不显著。品种间比较,中928 F₁、对照二年生的总铃数显著多于湘杂棉3号和太空棉28的,中928 F₁与对照比较无显著差异,这种趋势与一年生的比较略有不同。

2007年各处理的总铃数范围每1 hm²为62.38~138.35万个。栽培年限比较,4个品种三年生和二年生的平均单位面积总铃数均极显著多于一年生的,三年生和二年生的比较无显著差异;4个品种内比较也无显著差异。品种间比较,中928 F₁三年生

和二年生的总铃数显著或极显著多于湘杂棉3号 and 对照的,中928 F₁与太空棉28比较无显著差异,而中928 F₁一年生的总铃数与其它品种比较均无显著差异(表1)。

2.1.2 单铃重比较 2006年各处理的单铃重范围每个为3.12~4.26 g。栽培年限比较,4个品种二年生平均单铃重与一年生的比较无显著差异,4个品种内比较也无显著差异。品种间比较,湘杂棉3号、中928 F₁、太空棉28二年生的单铃重极显著大于对照的,其余差异不显著,这种趋势与一年生的比

表1 不同年份宿生棉皮棉产量构成因素比较(2005~2007)

Table 1 Comparising on lint cotton yield factors of the perennial cotton in different years

品种 Varieties No.	宿生年限 Perennial ages	总铃数 Total bolls (万个·hm ²)			单铃重 Boll weight (g)			衣分 Lint percentage (%)		
		2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007
No. 4	三年生 Triennial	—	—	103.88cBC	—	—	3.13deC	—	—	39.82bB
	二年生 Biennial	—	104.88bAB	104.90cBC	—	3.87aA	3.37bcdeABC	—	40.86bA	41.19abAB
	一年生 Annual	100.22	81.47cB	74.27deD	3.79	4.02aA	3.86aA	43.52	42.23aA	42.02aA
	平均 Average	100.22± 15.86bA	93.18± 280.18bB	94.35± 17.29cB	3.49± 0.27aAB	3.95± 0.14aA	3.45± 0.36aAB	43.52± 1.77aA	41.55± 0.85aA	41.01± 1.04aA
No. 5	三年生 Triennial	—	—	135.83aA	—	—	3.53abcABC	—	—	37.52cC
	二年生 Biennial	—	127.18aA	138.35aA	—	3.87aA	3.67abAB	—	37.46cB	37.44cC
	一年生 Annual	131.10	100.52bAB	83.87dCD	3.86	4.26aA	3.67abAB	42.81	36.78cdB	37.72cC
	平均 Average	131.10± 14.69aA	113.85± 360.64aA	119.35± 28.55aA	3.86± 0.19aA	4.07± 0.32aA	3.62± 0.10aA	42.81± 1.29abA	37.12± 1.13bB	37.56± 0.62bB
No. 8	三年生 Triennial	—	—	126.42abAB	—	—	3.51abcdABC	—	—	35.77dC
	二年生 Biennial	—	106.17bAB	122.88abAB	—	3.85aA	3.48abcdeABC	—	35.68dB	35.77dC
	一年生 Annual	130.37	91.07bcB	72.93deD	3.50	3.85aA	3.70abAB	41.61	36.24cdB	35.85dC
	平均 Average	130.37± 6.95aA	98.62± 276.19bAB	107.41± 26.47bAB	3.50± 0.16aAB	3.85± 0.24aA	3.56± 0.29aA	41.61± 1.71bA	35.96± 0.70cB	35.80± 0.49cC
No. 10 (CK)	三年生 Triennial	—	—	109.15bcB	—	—	3.12eC	—	—	27.17gF
	二年生 Biennial	—	126.17aA	118.00bcAB	—	3.12bB	3.20cdeBC	—	28.50fD	29.47fE
	一年生 Annual	117.77	104.08bAB	62.38eD	2.85	3.23bB	3.25cdeBC	31.40	32.08eC	32.08eD
	平均 Average	117.77± 10.16abA	115.13± 296.99aA	96.51± 27.12cB	2.85± 0.33bB	3.18± 0.30bB	3.19± 0.11bB	31.40± 1.96cB	30.29± 1.99dC	29.58± 2.46dD
平均 Average	三年生 Triennial	—	—	118.82± 14.79aA	—	—	3.32± 0.25bB	—	—	35.07± 5.05cB
	二年生 Biennial	—	116.10± 269.75aA	121.03± 16.48aA	—	3.68± 0.38aA	3.43± 0.24bAB	—	35.63± 4.74bB	35.97± 4.52bAB
	一年生 Annual	119.86	94.28± 267.91bB	73.36± 10.42bB	3.42	3.84± 0.47aA	3.62± 0.31aA	39.83	36.83± 3.84aA	36.92± 3.77aA

较完全一致。

2007年各处理的单铃重范围每个为3.20~3.86 g。栽培年限比较,4个品种三年生和二年生的平均单铃重极显著或显著小于一年生的,但有3个品种三年生和二年生的单铃重与其一年生的比较均无显著差异,只有湘杂棉3号三年生和二年生的单铃重极显著或显著小于一年生的。品种间比较,对照的单铃重较小;品种间三年生和二年生的单铃重大小变化与其一年生的比较略有不同(表1)。

2.1.3 衣分比较 2006年各处理的衣分范围为28.50%~42.23%。栽培年限比较,4个品种二年生平均衣分极显著低于一年生的,但,中928 F₁和太空棉28二年生的衣分与其一年生的比较无显著差异,而湘杂棉3号和对照的二年生衣分显著或极显著低于一年生的。品种间比较差异较大,其中,湘杂棉3号二年生的衣分最高,极显著高于中928 F₁的,中928 F₁的显著高于太空棉28的,太空棉28的极显著高于对照的,这种趋势与一年生的比较基

本相同。

2007年各处理的衣分范围为27.17%~42.02%。栽培年限比较,4个品种三年生平均衣分显著低于二年生的,二年生平均衣分显著低于一年生的,但中928 F₁和太空棉28三年生、二年生、一年生的衣分比较均无显著差异,而湘杂棉3号和对照三年生、二年生的衣分有降低的趋势,并达到显著或极显著水平,尤其对照随栽培年限延长衣分降低的趋势明显。品种间比较,三年生和二年生的衣分

由高到底排序为:湘杂棉3号→中928 F₁→太空棉28→对照,并达到显著或极显著水平,这种趋势与一年生的一致(表1)。

2.2 宿生陆地棉与一年生陆地棉产量构成因素的通径分析

对皮棉产量构成因素总铃数、单铃重和衣分进行通径分析(表2)。三年生的决定系数之和 $\sum d=0.9133$,二年生的决定系数之和 $\sum d=1.0012$,一年生决定系数之和 $\sum d=1.0001$ 。决定系数之和与1

表2 不同宿生年限产量构成因素对皮棉产量的通径分析(2007)

Table 2 The path analyses of the yield factors to lint yield of the perennial cotton in perennial ages

宿生年限 Perennial ages	因素 Factors	相关系数 Correlation coefficients	直接通 径系数 Direct path coefficients	间接通径系数 Indirect path coefficients			决定系数 Determination coefficients	
				通过总铃数 Overpass total bolls	通过单铃重 Overpass boll weight	通过衣分 Overpass lint percen		
三年生 Triennial	总铃数 Total bolls X1	0.8537	0.5791		0.1675	0.1071	d1=0.3353	d12=0.1940
	单铃重 Boll weight X2	0.9088 *	0.1747	0.5552		0.1789	d2=0.0305	d13=0.0374
	衣分 Lint percent X3	0.6888	0.5036	0.1232	0.0621		d3=0.2536	d23=0.0625
							$\sum d=0.9133$	
二年生 Biennial	总铃数 Total bolls X1	0.6745	0.6881		0.1131	-0.1261	d1=0.4734	d12=0.1557
	单铃重 Boll weight X2	0.9896 * *	0.1551	0.5020		0.3350	d2=0.0240	d13=-0.1735
	衣分 Lint percent X3	0.5925	0.6463	-0.1342	0.0804		d3=0.4177	d23=0.1039
							$\sum d=1.0012$	
一年生 Annual	总铃数 Total bolls X1	0.8613	0.4383		0.1145	0.3085	d1=0.1921	d12=0.1004
	单铃重 Boll weight X2	0.9342 *	0.1661	0.3021		0.4660	d2=0.0276	d13=0.2704
	衣分 Lint percent X3	0.9259 *	0.5048	0.2679	0.1533		d3=0.2548	d23=0.1548
							$\sum d=1.0001$	

很接近,说明通径分析没有遗失主要相关性状。

2.2.1 单位面积总铃数对皮棉产量的作用 2007年三年生、二年生、一年生棉的总铃数对皮棉产量的单相关均未达显著水平。三年生、二年生棉的总铃数对皮棉产量形成的直接作用均居第一,一年生棉居第二。三年生棉的总铃数通过单铃重对皮棉产量形成的间接作用是主要的,通过衣分对皮棉产量形成的间接作用是次要的;二年生棉的总铃数通过单铃重对皮棉产量形成的间接作用是次要的,通过衣分是主要的,但表现为负值,其可能的原因是:单位面积总铃数对衣分有负影响。一年生棉的总铃数通过单铃重对皮棉产量形成的间接作用是次要的,通过衣分对皮棉产量形成的间接作用是主要的。从总铃数对皮棉产量形成的影响力看,三年生和二年生棉居第一位,一年生棉居第三位。

2.2.2 单铃重对皮棉产量的作用 2007年三年生、二年生、一年生棉的单铃重对皮棉产量的单相关达到显著或极显著水平。三年生、二年生棉、一年生棉

的单铃重对皮棉产量形成的直接作用均居第三。三年生、二年生棉的单铃重通过总铃数对皮棉产量形成的间接作用是主要的,通过衣分对皮棉产量形成的间接作用是次要的;一年生棉的单铃重通过总铃数对皮棉产量形成的间接作用是次要的,通过衣分是主要的。从单铃重对皮棉产量形成的影响力看,三年生、二年生和一年生棉均居第六位。

2.2.3 衣分对皮棉产量的作用 2007年三年生、二年生棉的衣分对皮棉产量的单相关未达显著水平,而一年生棉的衣分对皮棉产量的单相关达到显著水平。三年生、二年生棉的衣分对皮棉产量形成的直接作用均居第二,一年生棉居第一。三年生、二年生、一年生棉的衣分通过总铃数对皮棉产量形成的间接作用是主要的,通过单铃重对皮棉产量形成的间接作用是次要的,其中,二年生棉的衣分通过总铃数对皮棉产量形成的间接作用是负值,可能的原因是:衣分和总铃数之间存在负影响关系。从衣分对皮棉产量形成的影响力看,三年生、二年生和一年生

棉均居第二位。

综上所述,三年生和二年生各因素对皮棉产量影响的趋势完全一致,影响力大小顺序为:总铃数>衣分>单铃重。总铃数和衣分对皮棉产量主要是直接影响,间接影响较小;单铃重则是直接影响较小,通过总铃数的间接影响较大。各因素对皮棉产量的相对重要性大小依次为: $d_1 > d_3 > d_{12} > d_{23} > d_{13} > d_2$ (三年生),或 $d_1 > d_3 > d_{13} > d_{12} > d_{23} > d_2$ (二年生);即两者都是总铃数影响最大,并主要决定皮棉产量;衣分影响次之;单铃重影响最小。

一年生陆地棉各因素对皮棉产量影响力大小顺序为:衣分>总铃数>单铃重。衣分影响主要是直接影响,间接影响较小;总铃数除直接影响外,还通过衣分间接影响,两者影响力基本相当;单铃重对皮棉产量主要是通过衣分和总铃数的间接影响,直接影响较小。各因素对皮棉产量的相对重要性大小依次为: $d_{13} > d_3 > d_1 > d_{23} > d_{12} > d_2$,即总铃数和衣分共同影响最大,并主要决定皮棉产量;衣分影响次之;总铃数影响第三;单铃重影响最小。

3 小结与讨论

与一年生棉比较,宿生棉单位面积总铃数明显增多,多数品种的单铃重无明显变化,衣分变化因品种而异。本研究中,4个品种宿生棉单位面积总铃数显著增多。有3个品种宿生棉的单铃重与一年生的比较无明显变化,只有2007年湘杂棉3号宿生棉的单铃重变小,与Gotmare等(2004)报道,22个棉花野生种种籽指数年份间几乎没有变异的结果基本一致;而黎绍惠等(2000)研究认为,宿生棉铃轻趋小,同一材料的铃重比第一生活周期和在棉区降低约20%~70%,出现这种现象的原因可能与品种和栽培管理有关。中928 F₁和太空棉28宿生栽培的衣分无显著变化,而湘杂棉3号和本地棉宿生栽培的衣分明显降低。4个品种中,中928 F₁的总铃数最多,单铃重较大,本地棉的单铃重最小;湘杂棉3号的衣分最高,中928 F₁的次之,本地棉的最低。

三年生和二年生宿生棉各因素对产量影响的趋势完全一致,两者都是总铃数影响最大,并主要决定皮棉产量;衣分影响次之;单铃重影响最小。总铃数和衣分对皮棉产量主要是直接影响,间接影响较小;单铃重则是直接影响较小,通过总铃数的间接影响较大。

一年生陆地棉产量构成各因素对产量影响力大小顺序,不同研究者得出不同结果。本研究的结果为:衣分>总铃数>单铃重,衣分影响主要是直接影响,间接影响较小;总铃数除直接影响外,还通过衣分间接影响,两者影响力基本相当;单铃重对皮棉产量主要是通过衣分和总铃数的间接影响,直接影响较小。与李永山等(2001)、张志刚等(2003)的研究结果基本一致;而李国锋等(2001)、黄志勇等(1999)的研究的结果为:总铃数>单铃重>衣分;但狄佳春等(2000)的研究结果为:单铃重>衣分>总铃数。这可能是不同研究者研究的品种和栽培条件不同引起的。

参考文献:

- 万连步,杨力,张民. 2004. 棉花[M]. 济南:山东科学技术出版社:10-12
- 李国锋,何循宏,徐立华,等. 2001. 棉花留叶枝密度与产量及构成产量诸因子关系的分析[J]. 江西棉花,23(5):19-22
- 狄佳春,钱大顺,张香桂,等. 2000. 常规棉与杂交棉皮棉产量构成因素分析[J]. 江苏农业科学,(4):24-26
- Chen GP(陈国平),Zhang X(张新),Zhou RY(周瑞阳),*et al.* 2008. Study on economic characteristics of biennial and annual upland cotton(宿生陆地棉经济性状的研究)[J]. *Guihaia*(广西植物),28(5):636-639
- De Souza NA,De Holanda JS. 1993. Environmental adaptability of perennial cotton in the Seridó[J]. *Crop Sci*,28(7):797-801
- Dong HZ(董合忠),Li WJ(李维江),Tang W(唐薇),*et al.* 2005. Research progress in physiological premature senescence in cotton(棉花生理性早衰研究进展)[J]. *Acta Gossypii Sin*(棉花学报),17(1):56-60
- Gotmare V,Singh P,Mayee CD,*et al.* 2004. Genetic variability for seed oil content and seed index in some wild species and Perennial races of Cotton[J]. *Plant Breeding*,123(2):207-208
- Huang ZY(黄志勇),Guo CZ(郭长佐),Fei Y(费跃),*et al.* 1999. The Analysis of Yield Factors of Hybrid Cotton and Method of High-efficient Cultivation(杂交棉皮棉产量构成因素分析及高效栽培途径)[J]. *China Cotton*(中国棉花),26(10):18-19
- Li YS(李永山),Tang BH(唐秉海),Zhang K(张凯),*et al.* 2001. Studies on yield components, fiber qualities and pedigree analysis of varieties released in different years(不同年代棉花品种产量构成、纤维品质及其系谱分析)[J]. *Cotton Sci*(棉花学报),13(1):16-19
- Li SH(黎绍惠),Wang KB(王坤波),Zhang X(张香娣),*et al.* 2000. The characteristic of plating cotton in winter in Hainan(海南冬季植棉特点)[J]. *China Cotton*(中国棉花),(1):36
- Qian SY(钱思颖),Huang JQ(黄骏麟),Zhou BL(周宝良),*et al.* 1996. The investigation and utilization of *Ghirsutum* × (下转第461页 Continue on page 461)

- 胡琳贞, 方明渊. 1994. 中国植物志 57(2)[M]. 北京: 科学出版社: 19—213
- Balfour IB. 1916. New Species of *Rhododendron*[J]. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh*, **9**: 208—182
- Balfour B. 1919. New Species of *Rhododendron*(III)[J]. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh*, **11**: 19—153
- Balfour, I. B. 1922. *Rhododendron*: Diagnoses Specierum Novarum II[J]. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh*, **13**: 200—305.
- Chamberlain DF. 1982. A revision of *Rhododendron*, 1; subgenus *Hymenanthes*[J]. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh*, **39**: 343—350.
- Cowan JM. 1940. *Rhododendrons of the Sanguinum Alliance* [J]. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh*, **20**: 68—86
- Cullen J. 1980. A Revision of *Rhododendron* l. sbuges *Rhododendron* sections *Rhododendron* & *Pogonanthum*[J]. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh*, **39**: 1—207
- Cullen J, Chamberlain DF. 1978. A Preliminary Synopsis of the Genus *Rhododendron*[J]. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh*, **36**: 109—123
- Cullen J, Chamberlain DF. 1979. A Preliminary Synopsis of the Genus *Rhododendron* II[J]. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh*, **37**: 328—334
- Davidian HH. 1962. Revision of the Triflorum Series of *Rhododendron*[M]. London: *Rhododendron and Camellia Year Book* 1963: 155—222
- Fang MY(方明渊). 1992. A Revision of *Rhododendron* in China(中国杜鹃花属的修订)[J]. *Bull Bot Res*(植物研究), 213—222
- Hooker JD. 1849. *The Rhododendron of Sikkim-Himalaya*[M]. London: Reeve & Co
- Hutchinson J. 1931. New Species of Asiatic *Rhododendron*[J]. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh*: 172—183
- Sargent CS. 1913. *Plantae Wilsonianae*[M]. Harvard: University Press, 1: 503—562
- Steven JB. 1930. *The Species of Rhododendron*[M]. London: Royal Horticultural Society
- Tagg HF. 1931. Further New Species and Varieties of Asiatic *Rhododendrons*[J]. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh*: 185—214
- Tan PX(谭沛祥). 1982. 广西杜鹃花研究(一)[J]. *Guihaia*(广西植物), **2**(2): 69—76
- Wang WP(方文培). 1952. New Species of *Rhododendron* from Azechuan and Sikang(川康的杜鹃新种)[J]. *Acta Phytotax Sin*: 79—84

(上接第 530 页 Continue from page 530)

- G. klotzschianum*(陆地棉×克劳茨基棉的研究和利用)[J]. *Jiangsu J Agric Sci*(江苏农业学报), **12**(4): 15—2
- Wang KB(王坤波), Liu GQ(刘国强), Liu JD(刘金定), et al. 1999. The germplasm resources and genetic improvement of cotton in America(美国棉花种质资源和遗传改良)[J]. *China Cotton*(中国棉花), **26**(3): 2—5
- Wang KB(王坤波), Zhao XH(赵新华). 2002. The investigation bulletin of cotton in Indian(印度棉花考察简报)[J]. *China Cotton*(中国棉花), **29**(2): 9—11
- Wang KB(王坤波), Hu SA(胡绍安), Li SH(黎绍惠). 1991. Introduction and study on wild resources of cotton(野生棉的引种及研究)[J]. *China Cotton*(中国棉花), (1): 13—15
- Wang KB(王坤波), Liu GQ(刘国强). 1992. Present situation and prospect of study on wild resources of cotton in China(我国棉花野生资源研究的现状与展望)[J]. *Crop Germplasm Res*(作物品种资源), (2): 11—13
- Wang KB(王坤波). 2000. On specific permanent populations and their prospected application in cotton(论棉花永久性群体种类特色与应用价值)[J]. *Acta Gossypii Sin*(棉花学报), **12**(1): 40—44
- Wang KB(王坤波). 1994. Hereditary dies in hardness of cotton(棉花的遗传致死)[J]. *Acta Gossypii Sin*(棉花学报), **6**(增刊): 1—9
- Zhang X(张新). 2007. research on propagating by cutting and maintaining perennially of Genic Male Sterile Lines for heterosis utilization in Upland Cotton(陆地棉核不育系扦插繁殖与宿生保持及其杂种优势利用研究)[D]. Guangxi Univ(广西大学)
- Zhang ZG(张志刚), Zeng Q(曾潜), Yang XP(杨晓萍), et al. 2003. Studies on the comprehensive assessment of cotton yield characters in different ecology spot(不同生态点对棉株产量构成因素综合评价的研究)[J]. *Molecular Plant Breeding*(分子植物育种), **5**(6)(1): 697—700