

鲁棉研 21 号高产稳产的生物学特性研究

李汝忠, 赵逢涛, 王宗文, 王景会, 申贵芳

(山东棉花研究中心, 济南 250100)

摘要:以生产上大面积推广的 4 个不同类型的转基因抗虫棉品种为材料,研究了常规转 Bt 基因抗虫棉鲁棉研 21 号的生物学特性。结果表明,鲁棉研 21 前期营养生长速度快,干物质积累量大,初花期单株干物重比鲁棉研 15 高 2.2%,比中棉所 41、99B 分别高 59.0%和 62.0%,开花后发育进程快,开花结铃集中,全生育期比中棉所 41、99B 短 3~5 d。铃重分别比鲁棉研 15、中棉所 41 和 99B 高 0.20 g、0.56 g 和 0.55 g,衣分高。鲁棉研 21 营养生长与生殖生长协调,先建源后扩库,源大库大。这些特性为其高产、稳产、适应性广奠定了生物学基础。

关键词:棉花;鲁棉研 21 号;高产稳产;生物学特性

中图分类号:S562.01 **文献标识码:**A

文章编号:1002-7807(2009)03-0230-06

Study on Biological Characteristics of Bt Transgenic Cotton SCRC 21 With High and Stable Yielding Capacity

LI Ru-zhong, ZHAO Feng-tao, WANG Zong-wen, WANG Jing-hui, SHEN Gui-fang

(Shandong Cotton Research Center, Ji'nan, Shandong 250100, China)

Abstract: The biological characters of Bt transgenic cotton variety SCRC 21 were studied by comparing with different type of cotton varieties—Bt transgenic hybrid variety SCRC 15, transgenic double genes (*Bt* + *CpTI*) variety CCRI 41 and US *Bt* transgenic variety 99B. The results showed that both the nutrition growth speed and dry weight per plant of SCRC 21 were higher during the early stage. The dry weight per plant of SCRC 21 was 2.2% higher than that of SCRC 15, 59.0% and 62.0% higher than that of CCRI 41 and 99B, respectively. The reproductive growth speed of SCRC 21 speeded up after blooming, and bolls were set up rapidly. The full growth period of SCRC 21 was 3~5 d shorter than that of CCRI 41 and 99B. SCRC 21 had a larger boll size, as well as higher lint percentage and larger boll number per plant than that of other varieties. Therefore, the yield components of SCRC 21 were improved simultaneously. SCRC 21 could set up source rapidly first and then enlarge sink and had abundant source with broad sink finally, and also early mature without premature senescence. The results indicated that the nutrition growth harmonized with reproductive growth well on SCRC 21. These biological characters of SCRC 21 establish a foundation for higher and its stable yield and wide adaptability.

Key words: cotton; SCRC 21; high and stable yield; biological characteristic

转 Bt 基因抗虫棉鲁棉研 21 号 2005 年分别通过国家和山东省审定,是目前国家黄河流域以及天津常规棉区域试验的对照品种。该品种高抗棉铃虫等鳞翅目害虫,纤维品质优良,集高产稳产广适高效于一体^[1]。在山东省区试中,2000 年霜前皮棉 1303.5 kg·hm⁻²,比对照抗虫杂交棉中棉

所 29 增产 10.6%,2001 年霜前皮棉 1743.0 kg·hm⁻²,比对照新棉 33B 增产达 22.4%,两年均分别低于一个参试的杂交棉品种,但高于其它 3 个杂交棉品种,居第二位;在全国黄河流域抗虫棉区试中;2001 年霜前皮棉 1395.0 kg·hm⁻²,比对照抗虫杂交棉中棉所 38 增产 3.0%,2002 年霜前皮

收稿日期:2008-07-21

作者简介:李汝忠(1959-),男,硕士,研究员,scrclrz@saas.ac.cn

基金项目:国家 863 计划子课题(2006011001045),山东省农业良种工程项目资助

棉 1432.5 kg·hm⁻², 比对照中棉所 41 增产 10.5%, 居第二位。全国区试综合评价该品种丰产性好, 产量高^[2]。本研究的目的在于通过与生产上大面积推广的不同类型抗虫棉品种——杂交棉鲁棉研 15 号、转双价基因常规抗虫棉中棉所 41 和新棉 99B 进行比较, 探讨鲁棉研 21 号高产稳产广适的生物学特性与生理特性, 为抗虫棉育种及鲁棉研 21 号高产栽培提供借鉴和依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

鲁棉研 21 号、鲁棉研 15 号均由本课题组提供, 中棉所 41、新棉 99B 分别由中国农科院棉花研究所和冀岱公司提供。

1.2 试验设计

试验于 2006、2007 年在山东棉花研究中心临清试验站进行。土质砂壤, 有机质含量 10.9 g·kg⁻¹, 全氮 0.87 g·kg⁻¹, P₂O₅ 16.8 mg·kg⁻¹, K₂O 186 mg·kg⁻¹。6 行区, 行长 9.2 m, 行距 0.72 m, 株距 0.27 m, 小区面积 39.7 m²。4 次重复, 随机排列。密度 5.25 万株·hm⁻²。两年均于 4 月 23 日播种, 开沟点播, 未覆膜, 栽培管理按大田要求进行。

1.3 调查记载

每小区中间 4 行中的 2 行作调查记产行, 另 2 行作取样行。各生育期、三桃数调查整行, 在调查行连续固定 10 株, 挂牌标记, 作为固定调查点, 从苗期开始每 5 d 调查一次株高、果枝数、蕾数、铃数, 并按株单收子棉; 分别于苗期、蕾期、初花期、盛花期、盛铃期和吐絮期在每小区取样行连续取 3 株, 带根挖出, Li-3000A 叶面积仪测定叶面

积, 计算叶面积系数, 烘干称重; 以小区为单位, 收中间 2 行计产, 10 月 25 日前为霜前花。收花前, 每小区收摘 20 株中部内围铃进行室内考种和纤维物理性能测试。

2 结果与分析

2.1 气候条件

2006、2007 两年均为高温年。虽然苗期气温都偏低, 棉苗发育较迟缓, 但进入花期以后, 气温均较常年偏高, 降水偏少, 棉花生育进程加快, 吐絮期较常年提早 7 d 左右, 对晚发迟熟品种较为有利。尤其是 2006 年, 九、十月份持续高温, 吐絮快而集中。

2.2 生育进程

各品种年际间生育期虽表现出一定的差异, 但总的趋势是一致的。鲁棉研 21 出苗快, 比中棉所 41 和 99B 早 1~2 d(表 1), 除 2006 年开花期比鲁棉研 15 晚 3 d 外, 两年现蕾期和 2007 年开花期与鲁棉研 15 相当, 现蕾期比其它两个品种提前 2 d, 开花期只提前 1 d, 吐絮期和全生育期分别比鲁棉研 15 提前 1 d 和短 1 d, 而却比其它两个品种分别提前和短 3~5 d。

从各生育期历时来看, 从播种期至现蕾期, 两年鲁棉研 21 均历时 49 d, 与鲁棉研 15 相当, 但比中棉所 41、99B 短 1~2 d, 而从现蕾期到开花期, 鲁棉研 21 历时却最长, 达 26~29 d, 从开花期至吐絮期历时 45~49 d, 仍与鲁棉研 15 相当, 而比其它两个品种短 3~4 d。说明鲁棉研 21 全生育期的缩短, 主要是由于从播种至现蕾和开花至吐絮期间生育进程的加快。

表 1 各品种的生育进程

Table 1 Growth and development courses of four varieties

年份	品种	出苗期	现蕾期	播-蕾/d	开花期	蕾-花/d	吐絮期	花-絮/d	全生育期/d
2006	鲁棉研 21	05-04	06-11	49	07-10	29	08-24	45	123
	鲁棉研 15	05-05	06-11	49	07-07	28	08-25	44	124
	中棉所 41	05-06	06-13	50	07-10	28	08-27	48	126
	99B	05-05	06-13	50	07-10	27	08-27	49	126
2007	鲁棉研 21	05-03	06-11	49	07-08	26	08-25	49	124
	鲁棉研 15	05-04	06-12	50	07-08	25	08-26	50	125
	中棉所 41	05-03	06-13	51	07-09	26	08-30	52	129
	99B	05-04	06-13	51	07-09	24	08-29	53	128

2.3 株高与果枝数

2.3.1 株高增长动态。各品种株高日增长量变化如表 2。现蕾期以后各品种株高日增长量迅速增加, 2006 年至开花期前 10~15 d、2007 年至开花期前 5~10 d, 各品种株高日增长量达最大值, 此后便迅速下降。所不同的是, 鲁棉研 21 同鲁棉

研 15 一样, 株高日增长高峰出现早、增幅大, 而到开花期后, 株高日增幅下降也迅速。这一特点 2006 年表现的尤为突出, 现蕾期鲁棉研 21 株高日增量已达 1.27 cm, 略低于鲁棉研 15, 而此期中棉所 41、99B 的株高日增长量则只有 0.50 cm 和 0.79 cm。此后, 鲁棉研 21 株高日增量迅速增加,

至开花前 10~15 d 达最大值的 3.11 cm, 开花前 5~10 d 仍保持了较高的日增长量, 达 3.03 cm, 此后 5 d 达开花期, 其株高日增长量则迅速下降到 1.79 cm, 进入缓慢增高阶段, 而此时中棉所 41 和 99B 两品种的株高日增量仍相对较高, 分别为 2.21 cm 和 1.88 cm。到开花期鲁棉研 21 的株高

日增长量比其高峰期下降了 42.4%, 鲁棉研 15 下降了 41.9%, 而中棉所 41 和 99B 则分别只下降了 11.6% 和 13.4%。此后至 7 月底株高停止生长, 鲁棉研 21 和鲁棉研 15 的株高日增量均低于中棉所 41 和 99B。

表 2 各品种的株高日增长量

Table 2 Daily increase in plant height of four varieties

cm · d⁻¹

年份	品种	05-30	06-04	06-09	06-14	06-19	06-24	06-04	07-04	07-09	07-14	07-19	07-24
		-06-04	-09	-16	-19	-24	-29	-07-04	-9	-14	-19	-24	-29
2006	鲁棉研 21	0.76	0.85	1.27	1.80	2.11	3.11	3.03	1.79	0.25	0.33	0.31	0.20
	鲁棉研 15	0.72	0.79	1.29	1.89	2.07	3.08	2.89	1.79	0.26	0.32	0.28	0.06
	中棉所 41	0.65	0.93	0.50	1.39	1.32	2.50	2.41	2.21	0.30	0.49	0.73	0.33
	99B	0.71	0.42	0.79	0.75	0.95	2.17	2.04	1.88	0.44	0.51	0.56	0.14
2007	鲁棉研 21	0.89	1.06	1.68	2.12	1.81	2.21	3.23	2.32	2.49	1.20	0.29	0.16
	鲁棉研 15	0.57	0.92	1.51	1.96	1.75	2.12	3.33	2.54	2.46	0.63	0.42	0.22
	中棉所 41	0.56	0.79	1.24	1.63	1.66	1.56	3.27	2.71	2.90	1.05	0.27	0.10
	99B	0.45	0.71	1.06	1.48	1.39	1.65	3.61	2.92	2.58	1.18	0.51	0.13

最终株高两年都以鲁棉研 21 最高, 99B 最低。两年平均, 鲁棉研 21 株高 99.7 cm, 比鲁棉研 15 高 3.0 cm, 而分别比中棉所 41 和 99B 高 11.7 cm 和 19.4 cm。

2.3.2 果枝数与第一果枝着生节位。果枝数鲁棉研 21 比鲁棉研 15 略低, 同样高于其它 2 个常规棉品种, 但相差不大(表 3), 说明鲁棉研 21 株高的增加, 主要是由于节间长度的增加。

第一果枝着生节位除 99B 较低(6.3 cm)外, 其它 3 个品种基本一致, 但第一果枝高度相差却较大, 以鲁棉研 21 最高, 达 27.9 cm, 分别比中棉所 41 和 99B 高 5.7 cm 和 13.0 cm。说明鲁棉研 21 较高的第一果节高度同样是由于较长的节间长度。

表 3 各品种的株高、果枝数(2006, 2007 年)

Table 3 Plant height and number of fruiting branches of four varieties(2006, 2007)

品种	株高/cm	果枝数	第一果枝	
			节位	高度/cm
鲁棉研 21	99.7Aa	13.3ABb	7.3a	27.9Aa
鲁棉研 15	96.7ABa	13.9Aa	7.2a	24.5Aab
中棉所 41	88.0BCb	12.7Bc	7.3a	22.2ABb
99B	80.3Cc	12.9Bbc	6.3b	14.9Bc

注: 大小写字母分别表示差异达 0.01 和 0.05 显著水平, 下同。

2.4 叶面积指数

品种间叶面积指数(LAI)在盛花期之前相差较大, 到盛花期则变的较为接近(表 4)。2006 年鲁棉研 21 各生育阶段 ALI 与鲁棉研 15 相差不大, 2007 年苗期高于鲁棉研 15, 在其它各生育阶段则略低于鲁棉研 15, 但差异均不显著。与其它

两个常规棉品种相比, 盛花期之前, 鲁棉研 21 两年 LAI 均高于这两个品种, 差异达显著或极显著水平, 进一步证明鲁棉研 21 前期发育快。

不同品种开花前 LAI 的增长动态与株高的增长动态是一致的, 但滞后于株高的增长, 株高进入缓慢增长后, LAI 还在快速增长, 最终植株较高的鲁棉研 21、鲁棉研 15 的 LAI 并不大, 这一个体结构特性更有利于群体的通风透光。

表 4 各品种不同生育阶段的叶面积指数(LAI)

Table 4 LAI in different growth stages of four varieties

年份	品种	苗期	蕾期	初花期	盛花期
2006	鲁棉研 21		0.30Aa	1.27Aa	2.38a
	鲁棉研 15		0.41Aa	1.30Aa	2.36a
	中棉所 41		0.27Bb	1.06Bb	2.45a
	99B		0.27Bb	1.03Bb	2.39a
2007	鲁棉研 21	0.069Aa	0.38Bb	1.38Aa	2.33a
	鲁棉研 15	0.059Aab	0.46Aa	1.47Aa	2.40a
	中棉所 41	0.053Aab	0.31Cc	1.15Bb	2.35a
	99B	0.042Ab	0.27Dd	1.18Bb	2.28a

表 5 不同时期单株总干物重比较(2006, 2007 年)

Table 5 Comparison of dry weight per plant in different growth periods(2006, 2007)

g · 株⁻¹

品种	蕾期	初花期	盛花期	盛铃期	吐絮期
鲁棉研 21	12.28a	50.08a	115.66a	190.53a	237.99ab
鲁棉研 15	9.25ab	48.98a	108.89a	191.26a	245.37a
中棉所 41	7.28b	31.50b	73.48a	149.99b	192.98ab
99B	7.55b	30.91b	73.91a	138.76b	187.45b

2.5 干物质积累与分配

除盛铃期和吐絮期鲁棉研 21 单株干重分别比鲁棉研 15 低 0.4% 和 3.0% 外, 在其它各生育阶段鲁棉研 21 单株干重都是 4 品种最高的(表 5), 而且越是前期高出的幅度越大, 蕾期分别比鲁

棉研 15、中棉所 41 和 99B 高 32.6%、68.7% 和 62.6%，初花期分别高 2.2%、59.0% 和 62.0%，而到了吐絮期则分别比中棉所 41 和 99B 高 23.3% 和 27.0%。

各品种单株蕾、花、铃干重占单株总干重的比例，反映了光合产物在营养器官与生殖器官的分配情况。随着生育进程的推进，各品种生殖器官干重所占比例迅速增大。鲁棉研 21 在盛花期、盛铃期生殖器官干重所占比例略低于鲁棉研 15、高于其它两个常规品种，而在初花与吐絮期则是最高的。根冠比则随着生育进程的推进而下降，中后期鲁棉研 21 略低于晚发型品种 99B。另外，蕾

期各品种叶枝干重就绝对量而言以鲁棉研 21 最高，但就单株总干重所占比例，鲁棉研 21 却是最低的，比最高的 99B 低 4.37%，而且整个生长期观察，赘芽亦少而小。结果说明，鲁棉研 21 前期生长发育速度快，干物质积累量大，而且库源关系协调，易管理。

2.6 成铃动态

在历经开花前的快速生长后，鲁棉研 21 能够快速集中成铃(图 1)，表现在成铃量大，成铃高峰出现在中棉所 41、99B 成铃高峰之前，与鲁棉研 15 基本同步。

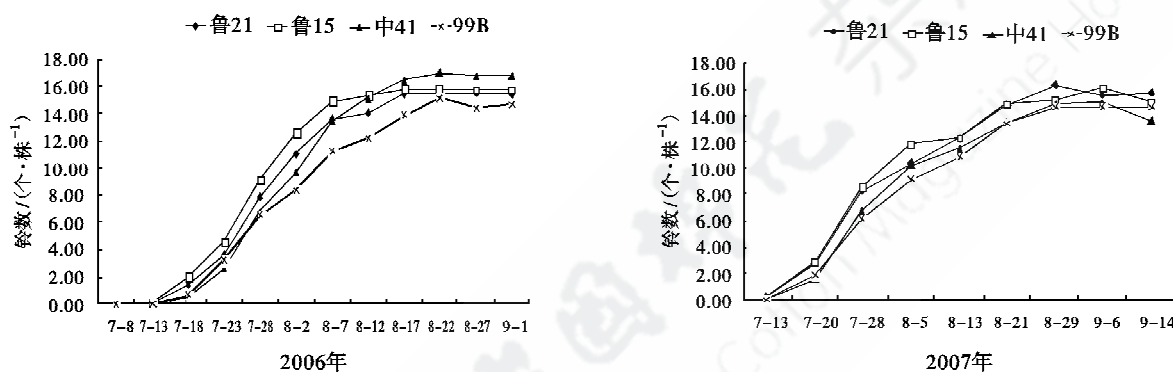


图 1 各品种成铃数增长动态

Fig. 1 Dynamics of boll number per plant of four varieties

2.7 产量与产量构成

2.7.1 产量水平。两年试验结果，皮棉总产和霜前皮棉产量，鲁棉研 21 均略低于鲁棉研 15 号，减产 1.95%~2.17%，差异不显著，而比中棉所 41 增产 8.33%~12.38%，比 99B 增产 9.25%~20.13%，达显著或极显著水平(表 6)。早熟性是棉花品种的重要性状。由于 2006、2007 两年均为高温年，2006 年 4 品种全为霜前花，2007 年除 99B 外，其它 3 个品种的霜前花率都在 96% 以

上，从霜前花率已难以评判各品种的早熟性差异，因而，表 6 同时列出了各品种第一次收花产量与第一次收花率。结果表明，鲁棉研 21、鲁棉研 15 两年第一次收花率均在 80% 以上，2006 年 99B 第一次收花率最低，只有 53.51%。两年第一次收花产量鲁棉研 21 比鲁棉研 15 一增一减，而比中棉所 41 分别增产 23.08% 和 40.84%，比 99B 分别增产 31.05% 和 81.76%，均达极显著水平。

表 6 鲁棉研 21 产量性状与其它品种比较

Table 6 Comparison of SCRC 21 with three other varieties on yield

时间	品种	子棉产量 /(kg·hm ⁻²)	皮棉产量 /(kg·hm ⁻²)	霜前皮棉 /(kg·hm ⁻²)	霜前花 /%	第一次产量 /(kg·hm ⁻²)	第一次收 花率/%
2006	鲁棉研 21	3684.57 ABab	1436.82 ABa	1436.82 ABa	100.00	1163.22 Aa	80.96 Aa
	鲁棉研 15	3805.88 Aa	1467.20 Aa	1467.20Aa	100.00	1232.28 Aa	83.99 Aa
	中棉所 41	3460.30 Bc	1326.29 Bb	1326.29Bb	100.00	825.89 Bb	62.27 Bb
	99B	3469.13 Bbc	1196.03Cc	1196.03Cc	100.00	639.97 Cc	53.51 Bb
2007	鲁棉研 21	3348.63 ABa	1406.30BCb	1357.06ABa	96.49	1213.01 Aa	86.26 Aa
	鲁棉研 15	3510.25 Aa	1437.46ABb	1384.02Aa	96.27	1166.06 ABa	81.12 Aab
	中棉所 41	3024.38 Ba	1251.33Cc	1223.30ABa	97.76	985.50 ABbc	78.76 Aab
	99B	3315.08 ABa	1287.24BCc	1181.72Bb	91.78	925.64 Bc	71.90 Ab

2.7.2 三桃比。三桃比是反映一个品种或生产群体纵向产量结构是否合理的重要指标。黄河流

域棉区合理的构成应是以伏前桃为基础，伏桃为主体，秋桃为补充^[3]。尽管试验期间的气候条件

较为特殊,成铃提前,但各品种三桃比仍能反映其成铃特性。两年平均以鲁棉研 15 伏前桃比例最高,为 1.96%,鲁棉研 21 次之,为 0.93%,99B 最低,只有 0.34%(表 7)。2006 年鲁棉研 15 和中棉所 41 两品种只有伏桃和伏前桃,没有秋桃,

而鲁棉研 21 秋桃占 7.25%,2007 年鲁棉研 21 伏前桃比例最高,秋桃比例也高于鲁棉研 15,低于中棉所 41 和 99B,中棉所 41 年际间差异较大,说明鲁棉研 21 不论在什么气候条件下,都能够三桃齐结,早熟而不早衰。

表 7 各品种三桃比

Table 7 Ratio of boll set in three different growth stages of four varieties

时间	品种	伏前桃(07-10)		伏桃(08-15)		秋桃(09-10)		单株铃数/个
		/(个·株 ⁻¹)	/%	/(个·株 ⁻¹)	/%	/(个·株 ⁻¹)	/%	
2006 年	鲁棉研 21	0.095Bb	0.63Bb	13.89BCc	92.13ABb	1.09Bb	7.25Bb	15.08ABb
	鲁棉研 15	0.379Aa	2.40Aa	15.43ABb	97.60Aab	0	0.00	15.81ABab
	中棉所 41	0.090Bb	0.54Bb	16.65Aa	99.46Aa	0	0.00	16.74Aa
	99B	0.053Bb	0.36Bb	12.40Cd	77.06Bc	2.47Aa	16.53Aa	14.92Bb
2007 年	鲁棉研 21	0.192a	1.22a	13.12ABa	83.40Aba	2.42ABbc	15.38Bb	15.73a
	鲁棉研 15	0.187a	1.16a	13.84Aa	85.99Aa	2.07Bc	12.85Bb	16.10a
	中棉所 41	0.0231a	0.17a	10.50Cb	77.06BCb	3.11ABab	22.78Aa	13.63a
	99B	0.048a	0.33a	10.93BCb	74.53Cb	3.69Aa	25.14Aa	14.67a

注:大小写字母分别表示差异达 0.01%和 0.05%显著水平。

2.7.3 产量构成。各品种的产量构成要素如表 8。鲁棉研 21 单株铃数比鲁棉研 15 少 0.6 个,分别比中棉所 41 和 99B 多 0.2 和 0.6 个,而铃重和衣分鲁棉研 21 却是 4 个品种中最高的。其中,衣分比最低的 99B 高 3.8 个百分点,中部花铃重 6.24 g,比鲁棉研 15 高 0.10 g,分别比中棉所 41 和 99B 高 0.56 g 和 0.55 g,全株铃重也是以鲁棉研 21 最高,比中棉所 41 高 1.30 g,比 99B 高 0.93 g,而且鲁棉研 21 全株铃重比中部花铃重相差的最小,中棉所 41 相差的最大,说明鲁棉研 21 不仅铃大,而且上中下部铃重均匀。这在一定程度上也反映了鲁棉研 21 早熟不早衰的特性,说明其突出的增产潜力除良好的结铃性和高衣分外,铃重的提高发挥了重要作用。另外,鲁棉研 21 不仅衣分高,而且子指也高,有利于壮苗早发。

表 8 各品种的产量构成要素(2006,2007)

Table 8 Yield components of four varieties (2006,2007)

品种	衣分/%	铃重/g			株铃数/个	子指/g
		中部花	全株	相差		
鲁棉研 21	40.5 Aa	6.24a	5.52 a	0.72a	15.4a	11.7ABa
鲁棉研 15	39.8 ABa	6.14a	4.91ab	1.33a	16.0a	10.6Bb
中棉所 41	39.9 ABa	5.68a	4.22b	1.46a	15.2a	12.0Aa
99B	36.7 Bb	5.79a	4.59b	1.20a	14.8a	10.5Bb

3 小结与讨论

3.1 鲁棉研 21 出苗快,现蕾后株高日增长量迅速增加,至开花前 5~10 d 达到最大值,此后便又迅速下降,株高进入缓慢增长阶段,由快速营养生长转入集中开花成铃,与抗虫杂交棉 15 表现出相

同的生长发育特性^[4]。各生育期历时长短,以营养生长为主的播种至现蕾阶段和以生殖生长为主的开花至吐絮阶段历时较短,而营养生长与生殖生长并进的现蕾至开花阶段历时却较长。从现蕾至开花期间植株的快速生长为此后的集中开花成铃奠定了良好的基础,而播种至现蕾、开花至吐絮期间生育进程的加快,最终使鲁棉研 21 的全生育期比中棉所 41、99B 缩短了 3~5 d。这说明鲁棉研 21 营养生长与生殖生长协调。黄河流域棉花生产上很注重早搭丰产架子^[3],大面积棉花生产实践也证明,早发、丰产架子搭得早的年份多半是高产年。生产上早搭丰产架子的目标多是基于天气条件和通过栽培措施来实现的,而鲁棉研 21 是从品种特性上即具备了这一特点。

3.2 各生育阶段鲁棉研 21 的叶面积指数与鲁棉研 15 相差不大,初花期以前显著高于中棉所 41 和 99B,而到盛花期各品种则较为接近。由于鲁棉研 21 株高分别比中棉所 41 和 99B 高 11.7 cm 和 19.4 cm,这一个体结构特性更有利于群体的通风透光。就各品种干物质积累来看,除盛铃期和吐絮期鲁棉研 21 单株干重比鲁棉研 15 低略低外,其它各生育阶段鲁棉研 21 单株干重都是 4 品种最高的,而且越是前期高出的幅度越大。鲁棉研 21 单株生殖器官干重占单株总干重的比例,在初花与吐絮期是 4 个品种中最高的,在盛花期、盛铃期略低于鲁棉研 15,但仍高于其它两个常规棉品种,而蕾期叶枝干重所占比例是最低的。进一步说明鲁棉研 21 不仅前期生长发育速度快,干物

质积累量大,而且营养生长与生殖生长协调,易管理。

3.3 在产量构成的三要素中,铃重与单株铃数存在着显著的负相关关系^[5-7],国内外棉花高产育种大多走的是保持中等铃重、重在提高单株铃数和衣分、以达到提高产量的目的的路子。Bridge 等^[8-9]在 1967—1968 和 1978—1979 年对当时新育成品种和老品种作过比较研究,结果表明,新品种衣分显著提高,而铃重变小或没有提高。孔繁玲等^[7]在对建国以来我国黄河流域棉区棉花产量及产量组分的研究表明,45 年来,株铃数提高 2.4 个、衣分提高 5%,铃重无显著变化,说明现代品种产量的提高主要是通过提高株铃数和衣分来实现的。谢志霞等^[10]对限制棉花产量提高的因素分析表明,铃型较小的品种多属于库限制性品种,易发生徒长;铃型较大的品种属于源限制型品种,后期易早衰。张永山等^[11]认为,棉花的单株铃数、铃重、衣份都有适宜的选择范围,在适宜的范围内选择三因素的动态平衡有利于形成优化组合模型。如何进一步协调棉花产量构成要素,尤其是株铃数与铃重的关系,通过提高铃重达到进一步提高产量的目的,是笔者在育种实践中一直在探讨的问题。本试验鲁棉研 21 不仅单株铃数比杂交棉鲁棉研 15 仅少 0.6 个,高于中棉所 41 和 99B,而铃重和衣分也是 4 个品种中最高的,而且各部位结铃均匀,全株铃重最高,说明其突出的增产潜力除良好的结铃性和较高的衣分外,铃重的提高发挥了重要作用,实现了铃重与衣分和单株铃数的同步提高,达到了一个更高层次上的平衡。同时,即使在高温早发年份,鲁棉研 21 也能三桃齐结,上中下结铃均匀,全株铃重高,反映了其早熟不早衰的特性。

3.4 第一果枝节位高低与品种的早熟性呈负相关关系^[12]。第一果枝节位较低的品种早熟性好,但往往在阴雨天较多的年份烂铃较重,早发棉田尤为突出,严重影响产量和品质,成为高产棉田进一步提高产量的主要限制因子之一。而第一果枝节位较高的品种,往往偏晚熟,产量不稳定。鲁棉研 21 第一果枝节位与其它 3 个品种相差不大,但由于基部节间长度较长,而使第一果节高度显著高于其它品种,加之其突出的前期生长发育快、开花结铃集中特性,从而很好地协调了早熟与烂铃、果节高与晚熟的矛盾。

3.5 鲁棉研 21 号开花前营养体快速建成,开花后发育进程快,铃大、单株结铃性强,具有先建源后扩库,源大库大,库源关系协调的显著特点;合理的株型结构、协调的营养生长与生殖生长关系,保障了合成更多的光合产物和向生殖器官的转移与积累。而较高衣分的特性,使其能最终获得较高的经济产量——棉纤维。这些特性奠定了其高产、稳产、适应广的生物学基础。

参考文献:

- [1] 李汝忠,王宗文,王景会,等. 高产稳产广适抗虫棉新品种鲁棉研 21 号[J]. 中国棉花,2005,32(11):21.
LI Ru-zhong, Wang Zong-wen, Wang Jing-hui, et al. A new Bt transgenic cotton variety SCRC 21 with high and stable yield and wide adaptability[J]. China Cotton,2005,32(11):21.
- [2] 全国农业技术推广服务中心. 2002 年国家棉花品种区试总结报告汇编[R]. 2002.
Chinese Agricultural Technical Extension and Service Center. Report of the National Cotton Varieties Trial in China in 2002[R]. 2002.
- [3] 李文炳. 山东棉花[M]. 上海:上海科学技术出版社,2001.
LI Wen-bing. Shandong cotton[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press,2001.
- [4] 李汝忠,王宗文,王景会,等. 抗虫杂交棉鲁棉研 15 号的产量、抗性表现与生物学基础[J]. 中国棉花,2000,27(3):16-17.
LI Ru-zhong, Wang Zong-wen, Wang Jing-hui, et al. The yield, bollworm resistance and biological characteristics of Bt transgenic hybrid cotton SCRC 15[J]. China Cotton,2000,27(3):16-17.
- [5] 潘家驹. 棉花育种学[M]. 北京:中国农业出版社,1998.
PAN Jia-ju. Cotton breeding[M]. Beijing:China Agricultural Press,1998.
- [6] 中国农业科学院棉花研究所. 中国棉花遗传育种学[M]. 济南:山东科学技术出版社,2003.
Cotton Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences. Cotton breeding in China[M]. Jinan, Shandong Science and Technology Press,2003.
- [7] 孔繁玲,姜保功,张群远,等. 建国以来我国黄淮棉区棉花品种的遗传改良 I. 产量及产量组分的改良[J]. 作物学报,2000,26(2):148-156.

- cellulose synthase gene (*acsAII*) in *Acetobacter xylinum*[J]. *Journal of Bacteriology*, 1995, 177(18): 5276-5283.
- [12] PEAR J R, Kawoae Y, Schreckengost W E, et al. Higher plant contain homologs of the bacterial *celA* gene encoding the catalytic subunit of cellulose synthase[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1996, 93:12637-12642.
- [13] 张天真. 棉花纤维品质分子育种的现状及展望[J]. 棉花学报, 2000, 13(6):321-326.
ZHANG Tian-zhen. Present status and prospect of molecular breeding for cotton fiber qualities [J]. *Cotton Science*, 2000, 12(6):321-326.
- [14] 胡根海, 喻树迅. 利用改良的 CTAB 法提取棉花叶片总 RNA [J]. 棉花学报, 2007, 19(1):69-70.
HU Gen-hai, Yu Shu-xun. Extraction of high-quality total RNA in cotton leaf with improved CTAB method[J]. *Cotton Science*, 2007, 19(1):69-70.
- [15] HOLLAND N, Holland D, Helentjaris T, et al. A comparative analysis of the plant cellulose synthase *CesA* gene family [J]. *Plant Physiol*, 2000, 123(4): 1313-1324.
- [16] WANG Y, Wang G, Szalay A A. The *Renilla luciferase*-modified GFP fusion protein is functional in transformed cells[J]. *BioHydrogen*, 1999, 6: 493-499.
- [17] 王红, 赵蔚明, 周亚滨, 等. 人源化 *BPVL1-GFP* 融合基因的构建以及在哺乳动物细胞中的瞬时表达[J]. 山东大学学报: 医学版, 2003, 41(6):600-603.
WANG Hong, Zhao Wei-ming, Zhou Ya-bin, et al. Construction and transient expression in mammalian cells of humanized *BPVL 1-GFP* fusion gene[J]. *Journal of Shandong University: Health Sciences*, 2003, 41(6):600-603.
- [18] YU Ya, Szalay A A. A *Renilla luciferase-Aequorea GFP (ruc-gfp)* fusion gene construct permits real-time detection of promoter activation by exogenously administered mifepristone *in vivo* [J]. *Mol Genet* 2002, 268(2): 169-178.
- [19] LIU Q, Singh S, Green A. High-oleic and high-stearic cotton seed oils; nutritionally improved cooking oils developed using gene silencing [J]. *Journal of the American College of Nutrition*, 2002, 21(3): 205S-211S.
- [20] DELMER D P. Cellulose biosynthesis; exciting times for a difficult field of study [J]. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*, 1999, 50:245-276. ●

◁235……(李汝忠,等)鲁棉研 21 号高产稳产的生物学特性研究

- KONG Fan-ling, Jiang Bao-gong, Zhang Qun-yuan, et al. Genetic improvements of cotton varieties in Huang-Huai Region in China since 1950s. I. Improvements on yield and yield components[J]. *Acta Agronomica Sinica*, 2000, 26(2):148-156.
- [8] BRIDGE R R, Meredith W R, Chism J F, et al. Comparative performance of obsolete varieties and current varieties of upland cotton[J]. *Crop Science*, 1971, 1: 29-32.
- [9] BRIDGE R R, Meredith W R. Comparative performance of obsolete and current cotton cultivars[J]. *Crop Science*, 1983, 23:949-952.
- [10] 谢志霞, 李存东, 孙红春, 等. 不同铃重类型棉花品种的源库特性与产量形成[J]. 棉花学报, 2007, 19(3): 189-193.
- XIE Zhi-xia, Li Cun-dong, Sun Hong-chun, et al. Relationship between yield formation and source-sink of cotton cultivars with different boll weight[J]. *Cotton Science*, 2007, 19(3):189-193.
- [11] 张永山, 郭香墨, 褚丽, 等. 转基因抗虫棉产量构成因素的研究[J]. 棉花学报, 2002, 14(4):223-226.
ZHANG Yong-shan, Guo Xiang-mo, Chu Li, et al. Studies on the component factors of yielding breeding in transgenic cotton[J]. *Cotton Science*, 2002, 14(4):223-226.
- [12] 喻树迅, 黄祯茂. 短季棉品种早熟性构成因素的遗传分析[J]. 中国农业科学, 1999, 23(6):48-54.
YU Shu-xun, Huang Zhen-mao. Inheritance analysis on earliness components of short season cotton varieties in *G. hirsutum*[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 1999, 23(6):48-54. ●