

抗草甘膦棉花杂交组合筛选及优势分析

胡德玉, 张条平, 郭志明, 何庆虎 (荆州农业科学院, 湖北荆州 434000)

摘要 [目的]进行抗草甘膦棉花杂交组合筛选及优势分析。[方法]以2个抗草甘膦棉材料为母本,纤维品质优异的品系为父本配置的杂交组合进行杂种优势和综合性状研究。[结果]4个抗草甘膦杂交组合籽棉和皮棉产量具有明显的正向杂种优势,产量构成因素中单株结铃数具有正向中亲优势、正向超亲和正向竞争优势,铃重具有正向中亲优势、正向竞争优势和负向超亲优势,衣分表现负向中亲、负向超亲优势和正向竞争优势。果枝高度、纤维品质多数指标均表现正向超中亲优势和正向竞争优势,株高、果枝节位、籽指、霜前花率均表现负向中亲优势和负向竞争优势。筛选出籽棉竞争优势9.75%、皮棉竞争优势13.05%综合性状优良的抗草甘膦杂交棉组合。[结论]该研究为培育高优势优质抗草甘膦除草剂杂交组合,并将其应用于生产提供参考和依据。

关键词 抗草甘膦棉花;组合筛选;优势分析

中图分类号 S562 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)27-0032-03

Screening and Advantage Analysis Cross Combination of Glyphosate-resistant Cotton

HU De-yu, ZHANG Tiao-ping, GUO Zhi-ming et al (Jingzhou Academy of Agricultural Sciences, Jingzhou, Hubei 434000)

Abstract [Objective] To carry out screening and advantage analysis cross combination of glyphosate-resistant cotton. [Method] With two anti-glyphosate cotton material as the female parent, and varieties having good fiber quality as the male parent, we carried out research on hybrid vigour and comprehensive characters of the cross combination. [Result] The unginned cotton and lint cotton yields of four combinations showed significant positive heterosis. Among the yield component factors, bolls per plant showed positive mid-parent heterosis, positive over-parent heterosis and positive competitive advantage. Boll weight had positive mid-parent heterosis, positive competitive advantage and negative over-parent heterosis. ginning outturn showed negative mid-parent heterosis, negative over-parent heterosis and positive competitive advantage. Branch height, fiber quality and other indexes showed positive over-parent heterosis and positive competitive advantage. Plant height, node order of fruit branch, seed index and flower rate before frost showed negative mid-parent heterosis and positive competitive advantage. Cross combination of glyphosate-resistant cotton was screened out with competitive advantages of screened seed cotton being 9.75% and 13.05%. [Conclusion] This research provided references and basis for the application of high-quality cross combination in production.

Key words Glyphosate-resistant cotton; Combination screening; Advantage analysis

棉花是我国重要的经济作物,棉田杂草危害一直是困扰棉农的问题之一^[1-2]。近年来,随着棉花行间定向喷雾技术的推广,棉花使用除草剂面积逐渐扩大,各种灭生性除草剂的使用也呈上升趋势^[3]。草甘膦是目前使用最广泛的一种内吸传导型和非选择性有机磷类除草剂,它的作用机理是特异地抑制草莽双羟基乙糖转移酶的活性,干扰和阻断芳香族氨基酸的合成,造成芳香族氨基酸缺乏,从而导致杂草死亡^[4-6]。由于当前棉花品种不具备抗草甘膦除草剂特性,高效除草剂往往对棉花也会造成药害,随着除草剂的大量使用,因除草剂使用不当造成棉花减产甚至绝收的情况时有发生^[1]。培育抗除草剂的棉花品种是解决除草剂使用安全、防止除草剂药害的最有效途径^[2,7]。目前国内对抗草甘膦棉花新品种选育仅有少量报道^[8],湖北省荆州农科院从2011年引进抗草甘膦除草剂种质资源材料,通过多年定向选择和复合杂交获得了2份稳定的抗草甘膦除草剂材料。笔者对抗草甘膦材料为母本配制的杂交组合的杂种优势分析和综合性状表现进行研究,以期为培育高优势优质抗草甘膦除草剂杂交组合,并将其应用于生产提供参考和依据。

1 材料与方 法

1.1 材料 2016年以抗除草剂稳定的株系材料K1-8和K2-11为母本分别与2个优质棉品系华棉3109和航棉16进行杂交,获得4个杂交组合。2017年以鄂抗棉13为对照,将

所获得的杂种F₁代及相关亲本K1-8、K1-8×华棉3109、K1-8×航棉16、K2-11×华棉3109、K2-11×航棉16、K2-11、华棉3109和航棉16共8份材料进行杂种优势分析和综合性状鉴定。

1.2 方法 试验在荆州农业科学院试验基地进行,采取随机区组排列,3次重复,小区长6.0 m,宽1.8 m,等行种植,2行区,小区面积10.8 m²,4月18日播种,5月10日移栽,9月15日调查棉花的株高、果枝节位、单株果枝数、单株结铃数,每区连续调查10株,取平均数。10月10日在每个小区采收20朵中部正常吐絮的铃,晒干称重,取3个重复平均值计算单铃重、衣分,并分别取样送农业部棉花品质检测中心检测。

1.3 数据处理 采用Excel 2003和DPS进行数据处理和统计分析处理,以双亲平均值计算超亲优势,以对照品种计算竞争优势,计算公式如下:

$$\text{中亲优势} = [F_1 - (P_1 + P_2) / 2] / [(P_1 + P_2) / 2] \times 100\%;$$

$$\text{超亲优势} = (F_1 - hp) / hp \times 100\% \quad (hp \text{ 为高值亲本});$$

$$\text{竞争优势 CH\%} = [(F_1 - CK) / CK] \times 100\%。$$

2 结果与分析

2.1 不同组合农艺性状的比较 由表1可知,K1-8×华棉3109、K1-8×航棉16、K2-11×华棉3109、K2-11×航棉16的生育期都与对照相当,也都介于各自亲本之间。杂交组合中K1-8×华棉3109、K1-8×航棉16果枝节位分别比对照少0.20和0.30节,分别比亲本平均少0.20和0.35节。K2-11×华棉3109、K2-11×航棉16的果枝节位比对照分别少0.10和0.40节,比亲本平均少0.05和0.35节,均表现负向竞争优势和负向超中亲优势;K1-8×华棉3109、K1-8×航棉

基金项目 湖北省农业科技创新中心资助项目(2016-620-000-001-050)。

作者简介 胡德玉(1969—),女,湖北潜江人,高级农艺师,从事棉花遗传育种研究。

收稿日期 2018-05-17

16 的果枝高度分别比对照高 0.60 和 0.40 cm, 分别比亲本平均高 1.60 和 0.45 cm, 表现为正向竞争优势和正向超中亲优势, K2-11×华棉 3109、K2-11×航棉 16 果枝高度与对照相当, 分别比亲本平均高 2.20 和 1.35 cm, 表现正向超中亲优势; 果枝数方面, K1-8×华棉 3109、K1-8×航棉 16 分别比对照多 1.00 和 1.20 个, 比亲本平均多 0.05 和 0.80 个, K2-11×华棉

3109、K2-11×航棉 16 的果枝数分别比对照多 1.50 和 1.80 个, 比亲本平均多 1.10 和 1.45 个, 4 个组合的果枝数均表现正向竞争优势和正向超中亲优势; 株高方面, K1-8×华棉 3109、K1-8×航棉 16 的株高分别比对照高 0.2 和 1.6 cm, 表现正向竞争优势, 分别比亲本平均低 0.4 和 0.2 cm, 有负向超中亲优势。

表 1 不同组合农艺性状比较

Table 1 Comparison of the agronomic characters of different combinations

组合 Combination	株高 Plant height cm	生育期 Growth period d	果枝始节 First fruit node		果枝数 Fruit branch number//个/株
			节位 Node order//节	高度 Height//cm	
K1-8	132.0	126	6.80	25.80	18.30
K1-8×华棉 3109 K1-8×Huamian 3109	129.6	126	6.50	26.70	19.00
K1-8×航棉 16 K1-8×Hangmian 16	129.4	125	6.40	26.50	19.20
K2-11×华棉 3109 K2-11×Huamian 3109	128.7	124	6.60	26.10	19.50
K2-11×航棉 16 K2-11×Hangmian 16	126.8	123	6.30	26.20	19.80
K2-11	126.0	123	6.50	23.40	18.20
华棉 3109 Huamian 3109	127.2	126	6.80	24.40	18.60
航棉 16 Hangmian 16	128.1	125	6.90	26.30	18.50
鄂抗棉 13 Ekangmian 13(CK)	129.2	124	6.70	26.10	18.00

2.2 不同组合产量性状比较 由表 2 可知, 将各杂交组合皮棉和籽棉产量与其亲本进行比较, 4 个杂交组合中 K1-8×华棉 3109、K1-8×航棉 16 的籽棉产量分别比亲本平均增产 4.31% 和 3.54%, K2-11×华棉 3109、K2-11×航棉 16 的籽棉产量比亲本平均增产 2.52% 和 5.78%, 均表现正向超中亲优势。4 个组合的籽棉产量全面超过高亲优质父本, 超高亲优

势率 100%; 4 个组合的皮棉产量分别比亲本平均增 0.83%、3.77%、2.79% 和 7.11%, 正向中亲优势率达 100%; 4 个组合的籽指都低于亲本平均和高亲, 表现出负向中亲优势和负向超亲优势; 霜前花率方面, 4 个组合的霜前花率都低于对照和高亲, 分别比亲本平均低 0.93%、1.29%、1.20% 和 1.46%, 表现负向竞争优势、负向超亲优势和负向中亲优势。

表 2 不同组合产量性状比较

Table 2 Comparison of the yield characters of different combinations

组合 Combination	籽棉产量 Seed cotton yield//kg/hm ²	皮棉产量 Lint cotton yield//kg/hm ²	霜前花率 Flower rate before forest// %	籽指 Lint index g	衣分 Ginning outturn %	铃重 Boll weight g
K1-8	3 020.62	1 220.63	85.90	10.8	40.41	5.72
K1-8×华棉 3109 K1-8×Huamian 3109	3 264.06*	1 285.06	86.55	10.8	39.37	5.92
K1-8×航棉 16 K1-8×Hangmian 16	3 237.18*	1 317.85*	86.20	10.6	40.71	5.70
K2-11×华棉 3109 K2-11×Huamian 3109	3 288.75**	1 344.11**	87.81	10.7	40.87	5.32
K2-11×航棉 16 K2-11×Hangmian 16	3 396.56**	1 395.64**	87.55	10.6	41.09	5.35
K2-11	3 187.50	1 286.79	88.93	10.6	40.37	5.31
华棉 3109 Huamian 3109	3 227.81	1 328.24	88.83	10.9	41.15	5.36
航棉 16 Hangmian 16	3 232.50	1 319.18	88.76	10.8	40.81	5.63
鄂抗棉 13 Ekangmian 13(CK)	3 094.68	1 234.44	87.92	10.9	39.89	5.47

注: * 和 ** 分别表示与对照差异达显著、极显著水平

Note: * and ** indicated significant and extremely significant levels compared with the control

从产量构成因素来看 4 个组合的单株结铃数都表现正向中亲优势, 2 个组合表现超亲优势。其中 K2-11×航棉 16 的超亲优势最高达 10.04, 中亲优势最高达 11.76, 单株结铃数在产量构成因素中具有较强的杂种优势。

铃重的超亲和中亲优势值较小, 分别为 -1.16 和 1.78, 表现正向中亲优势和负向超亲优势。4 个组合中以 K1-8×航棉 16 铃重提高明显, 中亲优势和超亲优势分别为 3.49 和 2.89, 在一定程度上弥补了其结铃数不多的不足。

衣分主要受遗传特性决定。从表 3 可以看出, 抗草甘膦组合的衣分高亲和中亲优势平均值均为负值, 4 个组合中籽棉产量虽均超过高亲, 但由于衣分的负向超亲和负向中亲优

势, 皮棉产量超过高亲的只有 2 个组合。

2.3 不同组合的纤维品质比较 从杂交组合的纤维品质检测结果来看(表 4), 纤维长度、马克隆值及断裂比强度与其抗草甘膦母本材料相比, K1-8×华棉 3109、K1-8×航棉 16、K2-11×华棉 3109、K2-11×航棉 16 的上述 3 项指标均较抗草甘膦母本材料有所提高。K1-8×华棉 3109、K1-8×航棉 16、K2-11×华棉 3109、K2-11×航棉 16 纤维长度分别比亲本平均长 0.01、0.30、0.15、0.60 mm, 4 个组合的纤维长度都高于对照, 在纤维长度上均表现正向超中亲优势和正向竞争优势, 只有 K2-11×华棉 3109、K2-11×航棉 16 的纤维长度高于高亲, 表现正向超亲优势; K1-8×华棉 3109、K2-11×华棉 3109、

K2-11×航棉 16 的断裂比强度分别比亲本平均高 0.60、0.30、0.05 cN/tex,表现正向超中亲优势,K1-8×航棉 16 断裂比强度低于亲本平均,表现负向中亲优势,4 个组合的断裂比强度均未超过高亲,表现负向超亲优势;4 个组合的马克隆值都低于对照,也均低于高值亲本和亲本平均,表现负向中亲优势、负向超亲优势和负向竞争优势。K1-8×华棉 3109、K1-8×航棉 16、K2-11×华棉 3109、K2-11×航棉 16 的纤维整齐度均高于对照,且都在 86% 以上,分别高出亲本平均 0.15、0.15、1.70 和 2.10;K1-8×华棉 3109、K1-8×航棉 16、K2-11×航棉 16 纤维整齐度都低于高亲,表现正向中亲优势、负向超亲优

势和正向竞争优势,只有 K2-11×华棉 3109 纤维整齐度高于高亲,表现正向中亲优势、正向超亲优势和正向竞争优势。4 个组合的伸长率均高于对照,K1-8×华棉 3109、K1-8×航棉 16 伸长率低于亲本平均和高亲,表现负向中亲和负向超亲优势,K2-11×华棉 3109、K2-11×航棉 16 伸长率高于亲本平均和高亲,表现正向中亲和正向超亲优势。综合 4 个杂交组合的纤维品质表现来看,K1-8×航棉 16、K2-11×华棉 3109 和 K2-11×航棉 16 的纤维长度和断裂比强均超过 30,马克隆值均低于 5.0,达到湖北省优质棉品种审定标准。

表 3 不同组合 F₁ 产量性状的超亲优势比较Table 3 Comparison of the heterobeltiosis of F₁ yield characters of different combinations

%

组合 Combination	铃数 Boll number		铃重 Boll weight		衣分 Ginning outturn		籽棉 Unginned cotton		皮棉 Lint cotton	
	超亲优势 Hetero- beltiosis	中亲优势 Mid-parent heterosis								
K1-8×华棉 3109 K1-8×Hua- mian 3109	-0.78	4.74	3.49	2.89	-4.32	-3.45	1.12	4.31	-3.25	0.83
K1-8×航棉 16 K1-8×Hang- mian 16	-0.38	5.73	-0.34	0.44	-0.24	0.24	0.14	3.54	-0.10	3.77
K2-11×华棉 3109 K2-11× Huamian 3109	3.90	4.93	-0.74	1.59	-0.68	0.27	1.88	2.52	1.19	2.79
K2-11×航棉 16 K2-11× Hangmian 16	10.04	11.76	-4.97	2.19	0.68	1.23	5.07	5.78	5.79	7.11
平均 Mean	3.19	6.79	-1.16	1.78	-1.14	-0.43	2.05	4.03	0.91	3.63

表 4 不同组合纤维品质比较

Table 4 Comparison of fiber quality of different combinations

组合 Combination	上半部平均长度 Upper half mean length/mm	整齐度 Uniformity %	马克隆值 Micronaire	伸长率 Elongation percentage %	断裂比强度 Fibre strength cN/tex
K1-8	29.0	86.5	4.8	6.3	29.4
K1-8×华棉 3109 K1-8×Hua- mian 3109	29.9	86.0	4.6	6.2	32.3
K1-8×航棉 16 K1-8×Hang- mian 16	30.5	86.2	4.7	6.2	30.1
K2-11×华棉 3109 K2-11×Hua- mian 3109	30.8	87.3	4.7	6.7	32.0
K2-11×航棉 16 K2-11×Hang- mian 16	32.1	87.9	4.8	6.5	32.3
K2-11	30.4	85.4	5.1	6.3	30.5
华棉 3109 Huamian 3109	30.6	85.8	4.6	6.4	34.1
航棉 16 Hangmian 16	31.4	86.2	4.8	6.2	33.2
鄂抗棉 13 Ekangmian 13	29.4	84.0	4.9	6.0	30.6

2.4 不同组合竞争优势比较 由表 5 可知,将产量及其构成因素与对照进行对比分析,可以看出抗草甘膦杂交种的皮棉竞争优势非常明显,为 8.19%,其次是果枝数和铃数,竞争优势分别为 7.64%和 7.12%。从单株结铃数、单铃重和衣分的杂种优势分析可以看出,竞争优势由强到弱顺序依次为单株结铃数、铃重、衣分,可见抗草甘膦杂交组合产量的增加主要源于铃数的增产潜力。纤维品质 5 项指标中,伸长率竞争优势最高,为 6.66%;纤维长度、断裂比强度和整齐度的竞争优势相差不大,为 3.39%~3.99%;而马克隆值竞争优势为 -3.57%。

3 结论与讨论

(1)以抗草甘膦除草剂材料为母本,优质品系做父本配制杂交组合,F₁代纤维品质和产量都得到有效的提高,选配出了比较理想的高产优质抗草甘膦杂交棉组合。该试验中 K2-11×航棉 16 组合产量突出,平均籽皮棉产量分别比对照

表 5 抗草甘膦杂交棉产量、品质性状竞争优势比较

Table 5 Comparison of competitive advantages of yield and quality characters of anti-glyphosate hybrid cotton

性状 Character	竞争优势 Competitive advantage//%	性状 Character	竞争优势 Competitive advantage//%
果枝数 Fruit branch number	7.64	株高 Plant height	-1.78
铃数 Boll number	7.16	纤维长度 Fiber length	3.99
铃重 Boll weight	1.87	断裂比强度 Fibre strength	3.75
衣分 Ginning outturn	1.56	马克隆重 Micronaire	-3.57
籽棉 Unginned cotton	6.52	伸长率 Elongation percentage	6.66
皮棉 Lint cotton	8.19	整齐度 Uniformity	3.39

移栽对烟苗生长环境的保湿保墒作用有关,有利于烟苗的前期生长和根系发育。不同垄高处理中,高垄处理在成熟期农艺性状与干物质积累量均优于正常垄高处理,膜下移栽优于膜上移栽。

韩晓飞等^[18]研究表明,膜下移栽措施不仅明显改善了烤烟农艺性状指标,而且提高了烤烟干物质质量的积累,从而显著提高了烟叶的产质量。该研究结果表明,膜下移栽的干物质积累量产量、产值、均价及上等烟比例均高于膜上移栽,高垄移栽处理的干物质积累量、产量、产值、均价及上等烟比例同样高于正常垄高移栽,这可能是由于高垄膜下移栽使得烟株早生快发,有效促进了烟株根系的生长,延长了烤烟的大田生育期,这有利于烟株对营养物质的吸收,即表现为烤烟生育期的干物质积累量高,从而有效提高了烤后烟叶的产量和中上等烟比例。

孔银亮等^[19]对小苗膜下移栽烤后烟叶化学成分进行研究,发现移栽处理的数据指标均优于常规处理。该研究表明,高垄膜下移栽有效降低了烤后烟叶的烟碱、总糖、还原糖含量,提高了烤后烟叶的石油醚提取物含量,这可能是由于地膜覆盖的增温机制提高了膜下生长的烟叶品质。通过烤后烟叶感官质量评价发现,适宜的垄高与移栽方式对改善烟叶的评吸质量具有重要作用。提高垄体高度与膜下移栽后,烤后烟叶的香气量足、香气质好、杂气与刺激性低、烟叶评吸效果好。

综上所述,在4种不同处理组合中,高垄膜下移栽延长了烤烟的大田生育期,提高了烤烟的干物质积累量,获得较好的内在化学成分平衡性,提高了烤后烟叶的产量与质量,改进了烟叶感官质量评价结果,有效保持梅州烟区的浓香型

烟叶风格,满足工业企业对梅州产区烟叶原料的需求,提升烟农的收入,有利于烟草行业的可持续发展。

参考文献

- [1] 张敏,张四平,陆坤. 烤烟种植适宜起垄高度与施肥方式研究[J]. 作物研究,2015,29(1):42-46.
- [2] 袁家富,毕庆文,彭成林,等. 黔北旱地烤烟适宜起垄高度研究[J]. 湖北农业科学,2008,47(10):1179-1182.
- [3] 王峰嵘,刘毅,彭耀东,等. 不同移栽方式对烤烟产质量的影响[J]. 江西农业学报,2015,27(11):31-34.
- [4] 余伟,庞良玉,潘兴兵,等. 不同移栽方式和地膜类型对攀枝花烤烟小苗膜下生长及产质量的影响[J]. 西南农业学报,2015,28(4):1569-1574.
- [5] 陈振国,杨艳华,李进平,等. 不同垄作覆盖方式对烤烟根际环境及产量影响[J]. 灌溉排水学报,2012,31(3):135-138.
- [6] 潘兴兵,张建慧,谢华英. 攀西烟区烤烟不同垄作方式对烤烟生理生化和品质的影响[J]. 西昌学院学报(自然科学版),2017,31(3):9-11.
- [7] 夏海乾,杜德强,冯焕华,等. 不同起垄方式及覆膜对烤烟生长发育和产质的影响[J]. 贵州农业科学,2007,35(6):74-76.
- [8] 邱雪柏,高维常,陈伟,等. 井窖式移栽烟田温湿度对烟株前期生长发育的影响[J]. 烟草科技,2015,48(7):20-24,35.
- [9] 布云虹,张映翠,胡小东,等. 膜下小苗移栽对烤烟生长发育的影响[J]. 江西农业学报,2013,25(4):157-160.
- [10] 张学伟,邵兰军,程图艺,等. 不同播期与移栽方式对烤烟生长发育与品质的影响[J]. 安徽农业科学,2018,46(20):23-28.
- [11] 李超,林建委,曾繁东,等. 不同氮肥管理模式对烤烟产量、品质形成和氮肥利用率的影响[J]. 华南农业大学学报,2014,35(5):57-63.
- [12] 张金霖,何光兰,林雄文,等. 广东不同烟区烤烟化学成份与地理生态特点的关系[J]. 中国农学通报,2009,25(22):267-269.
- [13] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [14] 王瑞新,韩富根,杨素琴,等. 烟草化学品质分析法[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1990.
- [15] 李茜,贾春雷,胡晨浩,等. 井窖式小苗移栽方式对重庆地区烤烟生长和产质量的影响[J]. 南方农业学报,2015,46(2):991-995.
- [16] 张敏,张四平,陆坤. 烤烟种植适宜起垄高度与施肥方式研究[J]. 作物研究,2015,29(1):42-46.
- [17] 于会泳,高林,王毅,等. 烟草种植起垄高度与移栽深度的交互效应研究[J]. 中国烟草科学,2012,33(2):82-85.
- [18] 韩晓飞,谢德体,高明,等. 膜下移栽对烤烟生长发育及品质的影响[J]. 农机化研究,2013(7):164-169.
- [19] 孔银亮,韩富根,沈铮,等. 小苗膜下移栽对烤烟硝酸还原酶? 转化酶活性及致香物质的影响[J]. 中国烟草科学,2011,32(4):47-52.

(上接第34页)

增加9.75%和13.05%,增产达极显著,纤维品质优异,上半部平均长度31.2 mm,比强度32.3 cN/tex,马克隆值4.8,整齐度87.9%,伸长率6.5%。

(2)通过对4个抗草甘膦除草剂杂交组合的杂种优势分析表明, F_1 代第一果枝高度、结铃数、衣分、籽皮棉产量均表现正向竞争优势和正向超亲优势,株高、果枝节位、籽指、霜前花率、马克隆值均表现负向竞争优势,铃重、果枝数、纤维长度、比强、整齐度和伸长率表现正向竞争优势。在产量构成因素中铃数的竞争优势、超亲优势和中亲优势都最高,抗草甘膦除草剂杂交棉杂种优势主要源于铃数的增加。铃重和衣分的竞争优势虽然都表现正向,但超亲优势表现负向,协调好铃数、铃重和衣分的关系依然是优质抗草甘膦组合选

配的关键。

参考文献

- [1] 王宗文. 国内外抗除草剂棉花研究应用现状[J]. 山东农业科学,2011(1):81-85.
- [2] 梁雪莲,王引斌,卫建强,等. 作物抗除草剂转基因研究进展[J]. 生物技术通报,2001(2):17-21.
- [3] 陈旭升. 抗除草剂棉花研究进展[J]. 江西农业学报,2006,18(1):94-98.
- [4] 郭三堆,孙豹,孟志刚,等. 转抗虫、抗除草剂基因棉花分子育种[C]//中国棉花学会2015年年会论文集. 安阳:中国棉花杂志社,2015:50.
- [5] 苏少泉. 转基因抗除草剂作物评述[J]. 现代农药,2003(4):3-5,7.
- [6] 杨兆光,刘亚平,肖远龙. 抗草甘膦棉花的杂种优势研究[C]//中国棉花学会2013年年会论文集. 安阳:中国棉花杂志社,2013:203.
- [7] 刘亚平,肖远龙,涂沂钧. 抗草甘膦棉花品系的筛选[J]. 江西棉花,2008,30(6):30-32.
- [8] 李燕敏,祁显涛,刘昌林,等. 除草剂抗性农作作物育种研究进展[J]. 作物杂志,2017(2):1-6.

科技论文写作规范——题名

以最恰当、最简明的词句反映论文、报告中的最重要的特定内容,题名应避免使用不常见的缩略语、首字母缩写词、字符、代号和公式等。一般字数不超过20字。英文与中文应相吻合。英文题名词首字母大写,连词及冠词除外。