

烤烟品种(系)在永州烟区的适应性研究

王凯歌, 张勋, 陈海建, 伍守贵, 黄宇, 王承伟, 肖钦之* (湖南省烟草公司永州市公司, 湖南永州 425000)

摘要 [目的]为永州烟区特色卷烟原料开发提供数据支撑和理论依据。[方法]于2019年12月—2020年8月在永州市江永县兰溪瑶族乡,以当地主栽品种云烟87为对照,通过小区试验,对湘烟3号、湘烟5号、湘烟7号(原HN2146)、20619、HN230共5个烤烟新品种(系)的主要生育期、植物学性状、农艺性状、抗病性、外观质量以及经济性状进行了分析对比。[结果]湘烟7号整体表现优于当地主栽品种云烟87(对照),湘烟3号、20619表现与对照相当。[结论]湘烟7号、湘烟3号、20619可作为推广品种(系)加大示范种植面积,同时做好其内在化学成分分析和感官评吸质量分析等工业验证分析。

关键词 烤烟;品种筛选;生态适应性;永州烟区

中图分类号 S572 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)06-0046-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.06.010



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Adaptability of Different Flue-cured Tobacco Varieties (Lines) in Yongzhou Tobacco-growing Area

WANG Kai-ge, ZHANG Xun, CHEN Hai-jian et al (Yongzhou Branch Company, Hunan Tobacco Company, Yongzhou, Hunan 425000)

Abstract [Objective] To provide data support and theoretical basis for the development of characteristic cigarette raw materials in Yongzhou tobacco area. [Method] A plot experiment was conducted with Yunyan 87 as CK, five varieties (lines) of Xiangyan No.3, Xiangyan No.5, Xiangyan No.7(HN2146), 20619, HN230 were tested in Jianguyong County of Yongzhou Prefecture from December 2019 to August 2020, in order to identify the main growth stages, botanical characters, agronomic traits, disease resistance, appearance quality and economic characters of the tested varieties (lines). [Result] The overall performance of Xiangyan No.7 was better than that of Yunyan 87 (CK), while Xiangyan No.3 and 20619 were similar to CK. [Conclusion] Xiangyan No.7, Xiangyan No.3 and 20619 could be used as extension varieties (lines) to increase the demonstration planting area, and conduct industrial verification analysis, such as internal chemical composition analysis and sensory evaluation smoking quality analysis.

Key words Flue-cured tobacco; Cultivar screening; Ecological adaptability; Yongzhou tobacco-growing area

永州市位于湖南省南部(24°39'~26°51'N, 111°06'~112°21'E),地势三面环山、地貌复杂多样,气候类型属中亚热带大陆性季风湿润气候。该区是浓香型烟叶产区,烟叶呈现明显的焦甜醇甜香味风格特征,烤烟年种植面积1.73万hm²,产量约3.5万t,是全国浓香型烤烟主要产区之一。

烟叶产量、质量的形成与品种遗传特性密切相关,同时烟草品种的优质稳产和风格彰显首先决定于品种对当地自然、栽培条件的适应程度^[1]。李天福等^[2]对不同海拔高度和经纬度烤烟烟叶香吃味进行分析认为,海拔和经纬度是影响云南烤烟香吃味的重要地理因素,其中中部叶的香气量与海拔高度呈显著正相关,刺激性与海拔高度呈显著的负相关。李卫红^[3]通过对贵州土壤质分析认为,土壤的吸水性、导水性、保肥性、保温性和导温性等对烤烟产量和质量的形成有重要的影响。温永琴等^[4]通过对云南烤烟石油醚提取物和多酚类物质分析认为,太阳辐射能够诱导烤烟多酚类物质及脂溶性物质的合成与积累。王彪等^[5]通过对云南烤烟化学成分与降雨量的相关分析认为,降雨量与烤烟的蛋白质、总植物碱以及总氮含量关联度较高。因此,进行不同烤烟品种(系)的生态适应性研究是获得能够彰显烟区生态特色的烤烟品种的重要生产环节。鉴于此,笔者开展了湘烟3号、湘烟5号、湘烟7号(原HN2146)、20619、HN230共5个烤烟新品种(系)在永州烟区的生态适应性研究,以当地主栽品种云

烟87为对照,对各品种(系)主要生育期、植物学性状、农艺性状、抗病性、外观质量以及经济性状进行分析对比,以期永州烟区特色卷烟原料开发提供数据支撑和理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验设在湖南省永州市江永县兰溪瑶族乡(25°5'49" N, 111°10'52" E)进行,海拔269 m,土壤基础肥力为:速效氮159.56 mg/kg,速效磷45.39 mg/kg,速效钾270.92 mg/kg, pH 7.3,有机质含量为53.6 g/kg。

1.2 试验材料 供试烤烟品种(系)共6个,分别为湘烟3号、湘烟5号、湘烟7号(原HN2146)、20619、HN230和云烟87(CK),其中云烟87为当地主栽品种(表1)。

1.3 试验设计 试验时间为2019年12月至2020年8月,试验田采取烟—晚稻轮作。试验采取完全随机区组设计,设置6个处理,即每个品种(系)为1个处理,每处理3次重复,共计18个小区,小区面积400 m²,试验地四周设置保护行。

育苗、移栽、大田管理、成熟采收等栽培措施均严格按照《永州市烤烟生产技术方案》进行。移栽株行距为50 cm × 120 cm,分品种(系)做好标记进行采收、烘烤和分级,严防混杂。

1.4 指标测定 按照《烟草农艺性状调查测量方法》(YC/T 142—2010),对各供试品种(系)的主要大田生育期、植物学性状以及农艺性状进行调查记录;调查各供试品种(系)烤烟的花叶病毒病、黑胫病、青枯病、赤星病4种主要病害的大田自然发病率。按照《烤烟》(GB 2635—1992)对各供试品种(系)的烤后原烟分级,记录各供试品种(系)产量、上等烟比例、中等烟比例及上中等烟比例等;按照当地烤烟收购价格

作者简介 王凯歌(1985—),男,河南平顶山人,助理农艺师,硕士,从事烤烟育种研究与技术推广工作。*通信作者,硕士,从事作物育种研究。

收稿日期 2021-06-19; **修回日期** 2021-07-26

测算各供试品种(系)均价、产值。

取各试验品种(系)烤后烟叶 3 个小区等级 C3F 的混合样品各 5 kg,用于外观质量指标评价。

1.5 数据分析 对 2018—2020 年数据进行综合汇总,采用 SPSS 和 Excel 软件进行数据分析。

表 1 供试品种
Table 1 Tested varieties

编号 Code	品种名称 Variety name	杂交组合 Cross combination	种子来源 Origin of seeds
V1	湘烟 3 号	MSYZ206-9×82-11-7	中南站(湖南省烟草科学研究所)
V2	湘烟 5 号	LS-1×K326	永州烟叶生产技术中心
V3	湘烟 7 号	(G28×Coker176)×(K326×革新 3 号)×K326	中南站(湖南省烟草科学研究所)/长沙烟叶生产技术中心
V4	20619	(K326×南江三号)×K326	永州烟叶生产技术中心
V5	HN230	MSK326×GD214	中南站(湖南省烟草科学研究所)/长沙烟叶生产技术中心
V6	云烟 87(CK)	K326×云烟 2 号	永州烟叶生产技术中心

2 结果与分析

2.1 不同烤烟品种(系)主要生育期比较 湘烟 7 号、20619 和 HN230 共 3 个品种为裸种子育苗,而湘烟 3 号、湘烟 5 号和云烟 87 采用的是包衣种子,种子催苗采用的方式不同,导致其出苗成苗时间不同,但通过控苗使移栽苗均匀一致。各供试品种(系)现蕾期的比较显示,云烟 87 和湘烟 3 号现蕾最早,20619 比对照品种晚 4 d,湘烟 5 号、HN230、湘烟 7 号分别比对照品种晚 6、9、11 d(表 2);从现蕾到中心花开放,湘烟 5

号、云烟 87 经历 7 d,湘烟 3 号、湘烟 7 号、HN230 经历 8 d,20619 经历 9 d;各供试品种(系)中脚叶成熟期最早为对照云烟 87,其次为湘烟 3 号,湘烟 7 号最晚;顶叶成熟较早的是云烟 87 和湘烟 3 号,最晚是湘烟 7 号。各供试品种(系)从脚叶成熟到顶叶成熟相隔时间差别不大,其中云烟 87 间隔最短,其次为湘烟 3 号,湘烟 7 号间隔最长。各供试品种(系)大田生育期比较集中,其中云烟 87 最短(130 d),而湘烟 7 为最长(147 d)。

表 2 不同烤烟品种(系)主要生育期比较

Table 2 Comparison of the main growth period of different flue-cured tobacco varieties (lines)

品种(系)名称 Variety(line) name	播种期 Sowing stage	移栽期 Transp- lanting stage	现蕾期 Squaring stage	中心花开放期 Central flower opening stage	脚叶成熟期 Mature stage of sand leaf	顶叶成熟期 Mature stage of parietal lobe	大田生育期 Field growth stage//d
湘烟 3 号 Xiangyan No.3	12-20	03-02	05-04	05-12	05-19	07-15	135
湘烟 5 号 Xiangyan No.5	12-20	03-02	05-10	05-17	05-22	07-20	140
湘烟 7 号 Xiangyan No.7	12-20	03-02	05-15	05-23	05-27	07-27	147
20619	12-20	03-02	05-08	05-17	05-25	07-22	142
HN230	12-20	03-02	05-13	05-21	05-25	07-24	144
云烟 87 Yunyan 87(CK)	12-20	03-02	05-04	05-11	05-18	07-10	130

2.2 不同烤烟品种(系)植物学性状比较 从表 3 可以看出,现蕾期各供试品种(系)的株型均为塔型;叶形均为长椭圆;湘烟 7 号、HN230 叶色为深绿,其他各品种叶色为绿;各供试品种(系)茎叶角度均为中等;湘烟 7 号、20619 主脉表现

为粗,其他各品种为较粗;湘烟 5 号田间整齐度为较整齐,而其他各品种为整齐;移栽后 25 d 湘烟 7 号和 HN230 生长势较强,其他各品种表现中等;移栽后 50 d 湘烟 5 号和 20619 生长势较强,其他各品种均为强。

表 3 不同烤烟品种(系)植物学性状比较

Table 3 Comparison of the botanical characters of different flue-cured tobacco varieties (lines)

品种(系) 名称 Variety (line) name	株型 Plant shape	叶形 Leaf shape	叶色 Leaf color	茎叶角度 Stem leaf angle	主脉粗细 Thickness of main vein	田间整齐度 Field uni- formity	成熟特性 Mature characters	生长势 Growth vigor	
								移栽后 25 d 25 d after transplanting	移栽后 50 d 50 d after transplanting
湘烟 3 号 Xiangyan No.3	塔型	长椭圆	绿	中等	较粗	整齐	分层落黄	中等	强
湘烟 5 号 Xiangyan No.5	塔型	长椭圆	绿	中等	较粗	较整齐	分层落黄	中等	较强
湘烟 7 号 Xiangyan No.7	塔型	长椭圆	深绿	中等	粗	整齐	分层落黄	较强	强
20619	塔型	长椭圆	绿	中等	粗	整齐	分层落黄	中等	较强
HN230	塔型	长椭圆	深绿	中等	较粗	整齐	分层落黄	较强	强
云烟 87 Yunyan 87(CK)	塔型	长椭圆	绿	中等	较粗	整齐	分层落黄	中等	强

2.3 不同烤烟品种(系)主要农艺性状比较 从表 4 可以看出,湘烟 7 号品种株高最高(112.4 cm),其次为 HN230,湘烟

5 号品种株高最低,但各供试品种(系)株高差异不明显;叶数表现为湘烟 7 号品种最多,显著多于其他供试品种(系),

云烟 87 品种有效叶数在各供试品种(系)最少,但与其他 4 个供试品种(系)差异不明显;茎围表现为湘烟 7 号最大,而湘烟 3 号茎围最小,但各供试品种(系)间株高差异不明显;湘烟 7 号节距最小,与其他供试品种(系)间有显著差异,但

其他供试品种(系)间节距差异不明显;湘烟 5 号品种腰叶最长,但与其他各供试品种(系)间差异不显著;湘烟 7 号品种腰叶宽最大,但与其他各供试品种(系)间差异不显著。

表 4 不同烤烟品种(系)主要农艺性状比较

Table 4 Comparison of the main agronomic traits of different flue-cured tobacco varieties (lines)

品种(系)名称 Variety (line) name	株高 Plant height cm	有效叶数 Effective leaves//片	茎围 Stem girth cm	节距 Node distance cm	腰叶长 Maximum leaf length//cm	腰叶宽 Maximum leaf width//cm
湘烟 3 号 Xiangyan No.3	108.5 a	21.4 b	10.0 a	6.0 a	71.1 a	29.9 a
湘烟 5 号 Xiangyan No.5	105.8 a	19.8 b	10.3 a	5.9 a	72.6 a	28.4 a
湘烟 7 号 Xiangyan No.7	112.4 a	25.1 a	10.8 a	5.6 b	70.8 a	30.1 a
20619	109.7 a	22.6 b	10.5 a	6.1 a	70.9 a	27.6 a
HN230	110.9 a	21.3 b	10.7 a	5.9 a	70.3 a	29.7 a
云烟 87 Yunyan 87(CK)	106.4 a	19.5 b	10.2 a	6.0 a	69.4 a	28.5 a

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.4 不同烤烟品种(系)田间主要病害抗逆性比较 从表 5 可以看出,各供试品种(系)田间均有普通花叶病、黑胫病、青枯病和赤星病等烟草常见病害发生。从田间调查结果来看,前期的普通花叶病和后期的赤星病的发病率较高,黑胫病和青枯病的发病率较低。从品种(系)间比较来看,湘烟 7 号的黑茎病、青枯病和赤星病发病率均低于其他供试品种(系),但普通花叶病在所有供试品种(系)发病率最高;湘烟 3 号的普通花叶病发生较轻,其他病害发病率与对照云烟 87 相当;湘烟 5 号的青枯病和赤星病发生均最重。20619 与 HN230 普通花叶病、赤星病发病率与对照云烟 87 相同,黑胫病发病率低于对照,青枯病发病率高于对照。

2.5 C3F 等级烟叶外观质量特征比较 由表 6 可知,各供试品种(系)C3F 烟叶的颜色、成熟度、叶片结构、身份与对照云烟 87 相同;湘烟 7 号油分表现为“多”,而其他供试品种(系)

为“有”;湘烟 5 号、HN230 叶片色度表现为“中”,其他供试品种(系)表现为“强”;各供试品种(系)C3F 等级烟叶外观质量特征综合评价均较好。

表 5 不同烤烟品种(系)主要田间病害自然发病率比较

Table 5 Comparison of natural morbidity of main field diseases of different flue-cured tobacco varieties (lines) %

品种(系)名称 Variety (line) name	普通 花叶病 TMV	黑茎病 Black shank	青枯病 Bacterial wilt	赤星病 Brown spot
湘烟 3 号 Xiangyan No.3	3.1	1.5	0.9	3.1
湘烟 5 号 Xiangyan No.5	5.4	1.3	1.1	5.5
湘烟 7 号 Xiangyan No.7	5.5	0.9	0.5	1.6
20619	4.4	1.1	1.1	3.2
HN230	4.6	1.4	1.0	3.4
云烟 87 Yunyan 87(CK)	4.3	1.9	0.6	3.6

表 6 不同烤烟品种(系)C3F 烟叶外观质量评价比较

Table 6 Comparison of the appearance quality evaluation of tobacco leaves C3F of different flue-cured tobacco varieties (lines)

品种(系)名称 Variety (line) name	颜色 Color	成熟度 Maturity	叶片结构 Leaf structure	身份 Status	油分 Oil	色度 Color intensity	综合评价 Overall merit
湘烟 3 号 Xiangyan No.3	橘黄	成熟	疏松	中等	有	强	较好
湘烟 5 号 Xiangyan No.5	橘黄	成熟	疏松	中等	有	中	较好
湘烟 7 号 Xiangyan No.7	橘黄	成熟	疏松	中等	多	强	较好
20619	橘黄	成熟	疏松	中等	有	强	较好
HN230	橘黄	成熟	疏松	中等	有	中	较好
云烟 87 Yunyan 87(CK)	橘黄	成熟	疏松	中等	有	强	较好

2.6 不同烤烟品种(系)经济性状比较 由表 7 可知,供试品种(系)间在单叶重、产量、产值方面存在显著差异,而在均价、上等烟比例、中等烟比例、上中等烟比例方面差异不显著。湘烟 7 号单叶重最重,显著大于其他供试品种(系);湘烟 5 号单叶重最小,但与除湘烟 7 号外的其他 4 个供试品种(系)间差异不显著。各供试品种(系)在产量和产值方面表现与其在单叶重方面的表现相似。各供试品种(系)中湘烟 3 号均价表现最高,其次是湘烟 7 号和 20619,均优于云烟 87,湘烟 5 号和 HN230 均价均低于云烟 87。湘烟 3 号上等烟

比例表现最高,其次是湘烟 7 号和 20619,均优于云烟 87,湘烟 5 号和 HN230 上等烟比例均低于云烟 87。HN230 中等烟比例最高,其次为湘烟 5 号、云烟 87、20619、湘烟 7 号,而湘烟 3 号中等烟比例最低。上中等烟比例方面,湘烟 3 号和云烟 87 最高,其次依次为湘烟 7 号、20619、HN230 和湘烟 5 号。

3 结论与讨论

优质适产是烤烟生产最主要的目的^[6],烤烟品种的选择主要体现在品种的生态适应性、抗逆性以及经济性状上^[7-10]。通过对各供试品种(系)在同一栽培环境中严格按

照统一的栽培措施、栽培技术进行试验种植,各供试品种(系)在生育期、农艺性状、病虫害抗性等方面的特征特性得

到了较充分体现,反映了各品种(系)的特点。

表 7 不同烤烟品种(系)经济性状比较

Table 7 Comparison of the economic characters of different flue-cured tobacco varieties (lines)

品种(系)名称 Variety (line) name	单叶重 Single leaf weight//g	产量 Yield kg/hm ²	均价 Average price 元/kg	产值 Output value 元/hm ²	上等烟比例 First-class tobacco proportion//%	中等烟比例 Medium- class tobacco proportion//%	上中等烟比例 First-and medium- class tobacco proportion//%
湘烟 3 号 Xiangyan No.3	8.9 b	2 109.4 a	28.26 a	59 611.6 a	67.9 a	28.8 a	96.7 a
湘烟 5 号 Xiangyan No.5	8.6 b	1 985.7 b	23.93 a	47 517.8 b	56.4 a	35.9 a	92.3 a
湘烟 7 号 Xiangyan No.7	9.7 a	2 219.4 a	27.61 a	61 277.6 a	64.9 a	31.4 a	96.3 a
20619	8.9 b	2 088.4 a	25.74 a	53 755.4 a	62.4 a	33.7 a	96.1 a
HN230	9.2 b	2 133.5 a	24.88 a	53 081.5 a	59.2 a	36.7 a	95.9 a
云烟 87 Yunyan 87(CK)	8.8 b	2 095.5 a	25.27 a	52 953.3 a	61.2 a	35.5 a	96.7 a

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

该试验结果表明,从生育期来看,湘烟 7 号和 20619 现蕾较云烟 87(CK)晚,生育期较长,在生产上有影响后茬作物的可能。从植物学性状来看,湘烟 5 号田间整齐度较差,移栽后 50 d 生长势表现一般,湘烟 7 号和 HN230 移栽后 25 d 的生长势均优于云烟 87。从主要农艺性状来看,各供试品种(系)差异主要表现在有效叶数和节距,即湘烟 7 号有效叶数显著多于其他供试品种(系),节距显著小于其他供试品种(系)。从抗病性来看,湘烟 3 号普通花叶病发病率低于云烟 87(CK);湘烟 7 号相较云烟 87(CK)黑茎病和赤星病抗性优势明显,但普通花叶病发病率略高于对照,湘烟 5 号抗病性表现较差。从烤后原烟的外观质量来看,湘烟 5 号和 HN230 品种(系)C3F 等级烟叶外观质量略差于云烟 87(CK),湘烟 7 号略好于对照。从综合经济性状可以看出,在供试品种(系)中综合表现较好是湘烟 3 号、湘烟 7 号,其在单叶重、产量、均价、产值、烟叶上等烟比例方面都优于云烟 87(CK),与其他供试品种(系)相比也具有一定的优势,但湘烟 7 号除单叶重显著大于对照外,其他方面两者差异并不显著;湘烟 5 号由于病害发生偏重,其单叶重、产量均价、产值和上等烟比例和上中等烟比例均低对照。

综合分析认为,湘烟 7 号整体表现优于当地主栽品种云

烟 87(CK),但应注意移栽期的选择不能过晚;湘烟 3 号、20619 表现与对照相当,湘烟 5 号田间长势和抗病性表现较差。综上所述,湘烟 7 号、湘烟 3 号、20619 可作为推广品种(系)加大示范种植面积,同时做好其内在化学成分分析和感官评吸质量分析等工业验证分析。

参考文献

(上接第 45 页)

[15] 张西英,刘江娜,张庭军,等.海岛棉早熟和产量性状的典型相关及通径分析[J].浙江农业学报,2018,30(8):1295-1302.
 [16] 吴翠翠,李朋波,杨六六,等.晋棉品种主要农艺性状差异性和聚类分析[J].湖北农业科学,2015,54(7):1552-1555.
 [17] 陈荣江,孙长法,包东娥,等.棉花高产优质育种数量性状选育模式参数的研究[J].西北农业学报,2013,22(9):74-81.
 [18] 张荣斌,王潭刚.对 13 个杂交棉品种的产量与性状间逐步回归分析[J].棉花科学,2014,36(2):19-22.
 [19] 张西英,朱永军,李金荣,等.海岛棉产量性状与品质性状的典型相关及通径分析[J].石河子大学学报(自然科学版),2010,28(3):290-293.
 [20] 王义青,李俊文,石玉真,等.陆地棉高品质品系纤维品质性状 QTL 的

[1] 肖钦之,邹凯,尹光庭.邵阳烟区烤烟适应性品种筛选[J].湖南农业科学,2018(4):13-16,20.
 [2] 李天福,王树会,王彪,等.云南烟叶香吃味与海拔和经纬度的关系[J].中国烟草科学,2005,26(3):22-24.
 [3] 李卫红.贵州的地质土壤环境与烤烟生产[J].安徽农业科学,2007,35(28):8914-8915,8918.
 [4] 温永琴,徐丽芬,陈宗瑜,等.云南烤烟石油醚提取物和多酚类与气候要素的关系[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2002,28(2):103-105.
 [5] 王彪,李天福.气象因子与烟叶化学成分关联度分析[J].云南农业大学学报,2005,20(5):742-745.
 [6] 曹阳,钟俊周,文国宇,等.种植密度对烤烟生长发育及烘烤特性的影响[J].安徽农业科学,2018,46(28):35-37.
 [7] 余金龙,陈夏晔,郭婷,等.桂阳烟区烤烟新品种区域试验研究[J].安徽农业科学,2020,48(9):46-48,52.
 [8] 罗琳,王勇,刘东阳,等.不同烤烟品种(系)在凉山烟区的适应性研究[J].安徽农业科学,2019,47(12):41-43,56.
 [9] 张兆扬,李佳颖,汪孝国,等.烤烟新品系延安 1 号在豫西烟区的生态适应性研究[J].湖南农业科学,2020(10):24-27.
 [10] 卢江,陈鹏,董均方,等.3 个烤烟品种(系)在盘县烟区的适应性[J].贵州农业科学,2017,45(3):37-40.

分子标记及定位[J].棉花学报,2010,22(6):533-538.
 [21] 张建宏,王淑芳,石玉真,等.转基因抗虫棉产量相关性状 QTL 的分子标记及定位[J].棉花学报,2008,20(3):179-185.
 [22] HUSSAIN A, AZHAR F M, ALI M A, et al. Genetic studies of fibre quality characters in upland cotton [J]. Journal of animal and plant sciences, 2010, 20(4): 234-238.
 [23] RASHEED A, RIZWAN M, CHEEMA J I, et al. Genetic studies on variation for fiber quality traits in upland cotton [J]. Journal of plant breeding & genetics, 2014, 2(1): 1-5.
 [24] PERCY R G, CANTRELL R G, ZHANG J F. Genetic variation for agronomic and fiber properties in an introgressed recombinant inbred population of cotton [J]. Crop science, 2006, 46(3): 1311-1317.