

株行距、留叶数对烤烟品种 KRK26 主要经济性状的影响

周翔¹, 赵传良¹, 董建新², 张双祥¹, 李浩¹, 朱友军¹, 梁洪波^{2*}

(1.湖北省烟草公司宜昌市公司, 湖北宜昌 443000; 2.农业部烟草生物学与加工重点实验室, 中国农业科学院烟草研究所, 青岛 266101)

摘要:为探索 KRK26 在湖北省宜昌市的适宜栽培措施, 进行了行距、株距、留叶数对 KRK26 的产质量影响的 L₉(3⁴)正交试验。结果表明, 行距对上中等烟比例、均价的影响达到极显著差异; 株距对产量、产值、上等烟比例、上中等烟比例的影响达到极显著差异, 对上部叶比例的影响达到显著差异; 留叶数对产值的影响达到极显著差异。在宜昌烟区, 津引烤烟品种 KRK26 栽培的最优适宜组合为 A3B2C2, 即行距 1.2 m、株距 0.55 m、留叶数 21~23 片比较适宜。

关键词:烤烟; KRK26; 行距; 株距; 留叶数; 经济性状; 正交设计

中图分类号: S572.04

文章编号: 1007-5119(2015)06-0017-06

DOI: 10.13496/j.issn.1007-5119.2015.06.004

Effects of Planting Spacing and Leaf Number on Main Economic Characters of Flue-cured Tobacco KRK26

ZHOU Xiang¹, ZHAO Chuanliang¹, DONG Jianxin², ZHANG Shuangxiang¹, LI Hao¹,
ZHU Youjun¹, LIANG Hongbo^{2*}

(1. Yichang Branch, Hubei Province Tobacco Company, Yichang, Hubei 443000, China; 2. Key Laboratory of Tobacco Biology and Processing, Ministry of Agriculture, Tobacco Research Institute of CAAS, Qingdao 266101, China)

Abstract: In order to find out the suitable cultivation practices for KRK26, the flue-cured tobacco cultivar introduced from Zimbabwe, in Yichang, Hubei Province, the effects of row spacing, plant spacing and the number of leaves after topping on yield and main economic characters of the flue-cured tobacco variety KRK26 were studied with L₉(3⁴)orthogonal experiments. The results showed that row spacing had a highly significant impact on average price and the percentage of above-average grading leaves. Plant spacing had a highly significant impact on yield, output, proportion of high class leaves and above-average grading leaf percentage, and had a significant impact on the proportion of upper leaves. Leaf number had a highly significant impact on output. The appropriate cultivation measures of KRK26 include 120 cm of row spacing, 55 cm of plant spacing and 21-23 leaves in Yichang city of Hubei Province.

Keywords: flue-cured tobacco; KRK26; row spacing; plant spacing; leaf number; economic characters; orthogonal design

株行距是决定烤烟有效截光叶面积、影响群体光合效能、田间小气候的主要因素。而留叶数则直接影响了烤烟打顶后干物质的生产与分配, 留叶数过多会导致单片叶的干物质分配量不足, 不利于烟叶品质提高, 留叶数过少又会引起上部烟叶烟碱含量过高, 同样会影响烟叶质量与产量。因此, 在实际生产中, 调整种植密度、留叶数等栽培因素成为调控烤烟产量和质量的重要农艺措施,

许多学者对此进行了不少研究^[1-14], 但这些研究往往固定行距或株距, 以株数来设计试验, 综合考虑株距、行距、留叶数的研究却不多。同时, 这些研究表明, 在一定的生态条件 and 生产管理措施下、不同品种的适宜种植密度、留叶数不尽相同, 需要根据实际进行调整。近几年, 江西中烟工业有限责任公司对宜昌烟区烤烟上部叶比例提出了一定要求。本文通过田间小区试验, 研究了津

基金项目: 湖北省烟草专卖局面上项目“新引烤烟品种 KRK26 配套栽培技术研究”(P201207)

作者简介: 周翔, 男, 硕士, 高级农艺师, 主要研究烟草栽培营养和品质区划。E-mail: 705022536@qq.com。*通信作者, E-mail: lhb1961@126.com

收稿日期: 2014-11-20

修回日期: 2015-06-01

引烤烟品种 KRK26 株距、行距、留叶数及其组合对改善烤烟产量、质量以及上等烟比例的影响, 以期为宜昌烟区烤烟种植筛选出最优的农艺措施组合, 为提高烤烟产量和品质提供科学依据和理论基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料和试验地点

供试品种为从津巴布韦引进的烤烟品种 KRK26, 试验于 2012 年 3—10 月在湖北省宜昌市秭归县九畹溪镇罗圈荒村进行, 东经 $110^{\circ} 40' 51.153''$ 北纬 $30^{\circ} 44' 31.416''$ 海拔 1340 m, 前茬作物为烤烟, 试验田土壤类型为黄棕壤, 肥力中等, 其基本理化性状为: pH 6.5, 有机质 15.7 g/kg, 全氮 0.137 g/kg, 碱解氮 172 mg/kg, 速效磷 11.0 mg/kg, 速效钾 228.7 mg/kg。

1.2 试验处理与设计

试验设置为 3 因素 3 水平 (表 1), 采用正交试验方法 $L_9(3^4)$ 设计 9 个处理组合 (表 2)。田间采用随机区组排列, 2 次重复。3 个因素分别为行距、株距和留叶数, 1 个空列。各因素的水平设置分别为: 行距 (A) 设 1.0 m、1.1 m 和 1.2 m, 分别以 A1、A2 和 A3 代表。株距 (B) 设 0.5 m、0.55 m 和 0.6 m, 分别以 B1、B2 和 B3 代表。留叶数 (C) 设 21 片、23 片和 25 片, 分别以 C1、C2 和 C3 代表。试验共设 18 个小区, 每个小区长 16 m, 每个小区为 5 行。

1.3 主要栽培技术措施

采用常规漂浮育苗培育壮苗, 统一移栽, 肥料种类为烟草专用肥 [$m(N):m(P_2O_5):m(K_2O)=8:12:20$]、过磷酸钙和硫酸钾, 每公顷纯氮 90 kg,

表 2 试验处理组合

处理	行距	株距	留叶数	处理
1	A1	B1	C1	A1B1C1
2	A1	B2	C2	A1B2C2
3	A1	B3	C3	A1B3C3
4	A2	B1	C2	A2B1C2
5	A2	B2	C3	A2B2C3
6	A2	B3	C1	A2B3C1
7	A3	B1	C3	A3B1C3
8	A3	B2	C1	A3B2C1
9	A3	B3	C2	A3B3C2

$m(N):m(P_2O_5):m(K_2O)=1:1.5:3$, 有机肥的施用量为每公顷菜籽饼 300 kg, 烟草专用肥、有机肥和过磷酸钙全部做基肥, 硫酸钾基追比 7:3, 追肥在团棵期进行。其他田间管理措施按优质烟叶生产技术规范进行。

1.4 经济性状测定

对每小区中间三行烟叶取样采收烘烤, 调制后的烟叶由专业分级人员按照烤烟中华人民共和国国家标准 GB2635—92 进行分级, 计算出产量、产值、上等烟率、上中等烟率等经济性状。

1.5 数据分析

采用 DPS7.05 分析软件进行统计分析^[15]。

2 结果

2.1 直观分析结果

由表 3 可知, 从 3 因素和产量关系可以看出, 3 因素的极差 (R) 均大于误差界限 ($Re=157$), 其中株距 (B) 效应 ($R_B=353$) > 留叶数 (C) 效应 ($R_C=191$) > 行距 (A) 效应 ($R_A=175$), 说明 3 因素对产量的效应是可靠的, B 是主要因素, C 是次重要因素, A 是次要因素。对可靠性大的主要因素要取使指标最好的水平; 对次要因素可取使指标最好的水平, 也可取便于操作或节约原料的水平^[16], 根据这个原则, 要获得最高产量 (在适宜范围内), 主要考虑因素 B、C, 分别取 B2、C2, A 取 A2, 所以最优水平组合是 A2B2C2 (试验中无此处理组合, 应作为推荐组合进行田间验证), 本试验中最佳的处理组合为 2 (A1B2C2) (表 4)。在本试验范围内, 株距对产值的影响比留叶数大,

表 1 试验因素及水平

Table 1 Levels and factors of the trial

水平	因素		
	行距(A)/m	株距(B)/m	留叶数(C)/(片·株 ⁻¹)
1	1	0.5	21
2	1.1	0.55	23
3	1.2	0.6	25

行距对产值基本上没有影响，因为误差的极差比行距的极差大，最优水平组合是 A3B2C2(试验中无此处理组合，应作为推荐组合进行田间验证)，本试验中最佳的处理组合为 2(A1B2C2)(表 4)。株距、行距、留叶数对上等烟比例的影响大小依次为：行距 (A) 效应 ($R_A=19.8$) > 株距 (B) 效应 ($R_B=11.9$) > 留叶数 (C) 效应 ($R_C=4.0$)，最优水平组合是 A3B3C2，本试验中最佳的处理组

合也为 9(A3B3C2)(表 4)。行距对上中等烟比例、均价的影响比留叶数大，株距对上中等烟比例、均价基本上没有影响，因为误差的极差比株距的极差大，前者的最优水平组合是 A3B2C2，后者的最优水平组合是 A3B3C2，两者在本试验中最佳的处理组合为 9 (A3B3C2)(表 4)。对上部烟比例影响较大的只有株距，行距、留叶数对上部烟比例基本上没有影响，最优水平组合是 A2B1C2，

表 3 极差分析结果

Table 3 Results of range analysis

指标	因素	各因素水平均值			极小值	极大值	极差 R	优水平
		水平 1	水平 2	水平 3				
产量/ (kg·hm ⁻²)	行距(A)	3175	3224	3049	3049	3224	175	2
	株距(B)	2932	3285	3230	2932	3285	353	2
	留叶数(C)	3045	3237	3166	3045	3237	191	2
	误差(空白)	3057	3176	3214	3057	3214	157	-
产值/ (元·hm ⁻²)	行距(A)	60691	61322	61493	60691	61493	802	3
	株距(B)	56245	63806	63454	56245	63806	7561	2
	留叶数(C)	59129	63671	60705	59129	63671	4542	2
	误差(空白)	60193	60894	62418	60193	62418	2225	-
上等烟 比例/%	行距(A)	21.0	21.5	40.8	21.0	40.8	19.8	3
	株距(B)	22.1	27.1	34.0	22.1	34.0	11.9	3
	留叶数(C)	25.9	30.0	27.3	25.9	30.0	4.0	2
	误差(空白)	27.1	27.1	29.0	27.1	29.0	1.9	-
上中等烟 比例/%	行距(A)	88.6	89.8	93.2	88.6	93.2	4.6	3
	株距(B)	89.7	91.7	90.0	89.7	91.7	2.0	2
	留叶数(C)	91.2	92.2	88.2	88.2	92.2	4.0	2
	误差(空白)	92.5	88.9	90.1	88.9	92.5	3.6	-
均价 (元·kg ⁻¹)	行距(A)	19.11	19.02	20.17	19.02	20.17	1.15	3
	株距(B)	19.20	19.44	19.67	19.20	19.67	0.47	3
	留叶数(C)	19.40	19.70	19.21	19.21	19.70	0.49	2
	误差(空白)	19.68	19.21	19.42	19.21	19.68	0.47	-
上部烟 比例/%	行距(A)	24.1	22.1	26.2	22.1	26.2	4.1	2
	株距(B)	20.9	27.4	24.1	20.9	27.4	6.5	1
	留叶数(C)	25.5	23.2	23.6	23.2	25.5	2.3	2
	误差(空白)	21.4	24.2	26.7	21.4	26.7	5.2	-

表 4 各处理间差异显著性检验

Table 4 Difference significance test on each treatment

处理	产量/(kg·hm ⁻²)	产值/(元·hm ⁻²)	上等烟比例/%	上中等烟比例/%	均价/(元·kg ⁻¹)	上部烟比例/%
1	2763c	52753c	13.0d	90.5ab	19.06bc	19.6b
2	3425a	65556a	21.9cd	89.8ab	19.15bc	26.6ab
3	3338a	63763a	28.1bc	85.4b	19.10bc	26.2ab
4	3159ab	60151ab	19.4cd	90.3ab	19.04c	20.5b
5	3284a	62521a	19.7cd	90.7ab	19.03c	22.1b
6	3227a	61294a	25.3bcd	88.4ab	18.99c	23.6ab
7	2875bc	55832bc	34.0bc	88.4ab	19.48bc	22.6ab
8	3146ab	63341a	39.6ab	94.7a	20.13ab	33.4a
9	3125ab	65305a	48.6a	96.4a	20.91a	22.6ab

注：同一列内小写字母不同表示处理间差异达 5% 显著水平。

本试验中最佳的处理组合为 8(A1B1C1)(表 4)。

2.2 各因素间的方差分析

直观分析对因素的效应无法进行显著性检验,也就是说直观分析虽然能对因素的效应进行大小排序,能找出各试验因素对评价指标影响的大小顺序,但影响是否显著仍不得而知。在生产中我们只需严格控制对评价指标有显著影响的因素,而对影响不够显著的因素则可以不加考虑。由表 5 可知,株距对产量可视为重要的影响因素,达到

极显著水平,贡献率达到 49.3%;行距和留叶数对产量的影响不明显,其贡献率比误差还小。株距和留叶数对产值均可视为重要的影响因素,其中株距的影响达到极显著水平,贡献率达到 64.7%;留叶数的影响达到显著水平,贡献率达到 18.9%;行距的影响不明显,其贡献率比误差还小。行距和株距对上等烟比例均可视为重要的影响因素,其中行距的影响达到极显著水平,贡献率达到 63.8%;株距的影响达到显著水平,贡献率达到

表 5 各因素间方差分析
Table 5 Variance analysis of different evaluated indexes in different factors

指标	变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	贡献率
产量	行距(A)	97825	2	48912	2.28	0.1480	0.111
	株距(B)	432299	2	216150	10.10	0.0032	0.493
	留叶数(C)	112092	2	56046	2.62	0.1175	0.128
	空格	80334	2	40167	2.33	0.3363	0.092
	误差	155152	9	17239			0.177
	总和	877701					1.000
产值	行距(A)	2142567	2	1071284	0.22	0.8052	0.006
	株距(B)	218519987	2	109259994	22.54	0.0001	0.647
	留叶数(C)	63805011	2	31902505	6.58	0.0132	0.189
	空格	15531296	2	7765648	1.85	0.3999	0.046
	误差	37788361	9	4198707			0.112
	总和	337787222					1.000
上等烟比例	行距(A)	1526	2	763	21.56	0.0002	0.638
	株距(B)	425	2	213	6.01	0.0173	0.178
	留叶数(C)	51	2	25	0.72	0.5088	0.021
	空格	15	2	7	0.18	0.9734	0.006
	误差	374	9	42			0.157
	总和	2391					1.000
上中等烟比例	行距(A)	67.11	2	33.56	2.94	0.0947	0.259
	株距(B)	13.96	2	6.98	0.61	0.5596	0.054
	留叶数(C)	52.65	2	26.32	2.31	0.1455	0.203
	空格	41.11	2	20.56	2.19	0.3521	0.159
	误差	84.31	9	9.37			0.325
	总和	259.1					1.000
均价	行距(A)	4.87	2	2.44	9.05	0.0047	0.528
	株距(B)	0.65	2	0.33	1.21	0.3339	0.071
	留叶数(C)	0.74	2	0.37	1.38	0.2928	0.080
	空格	0.66	2	0.33	1.30	0.5082	0.072
	误差	2.30	9	0.26			0.249
	总和	9.23					1.000
上部烟比例	行距(A)	50.76	2	25.38	1.32	0.3056	0.125
	株距(B)	125.91	2	62.95	3.28	0.0463	0.311
	留叶数(C)	17.76	2	8.88	0.46	0.6411	0.044
	空格	82.68	2	41.34	2.90	0.2827	0.204
	误差	128.32	9	14.26			0.317
	总和	405.43					1

17.8%；留叶数的影响不明显，其贡献率比误差还小。行距对上中等烟比例可视为重要的影响因素，但其影响没有达到显著水平，其贡献率为 25.9%。行距对均价可视为重要的影响因素，其影响达到极显著水平，其贡献率为 52.8%；株距和留叶数对均价的影响不明显，其贡献率比误差还小。株距对上部烟比例可视为重要的影响因素，达到显著水平，其贡献率为 31.1%。

2.3 同一因素不同水平差异显著性检验

采用 Duncan 法对同一因素不同水平均值间的差异进行显著性检验^[15]，结果见表 6。由表 6 可知，对产量来说，株距的水平 1 与水平 2、3 达到极显著差异，水平 2、3 之间差异不显著，说明株距 0.55 m 和 0.6 m 是获得高产（在适当范围内）的适宜株距。对产值来说，株距的水平 1 与水平 2、水平 3 达到极显著差异，水平 2、水平 3 之间差异不显著，说明株距 0.55 m 和 0.6 m 的产值较

高，随着株距的减小，产值降低；留叶数的水平 1 与水平 2 达到极显著差异，说明 KRK26 品种留叶数在 23 片时产值较高，留叶数过高或过低产值都降低。对上等烟比例来说，行距水平 3 与水平 1、2 达到极显著差异，水平 1、2 之间差异不显著，说明增加行距能提高上等烟比例；株距的水平 1 与水平 3 达到极显著差异，说明 0.5~0.6 m 株距范围内，随着株距的增加上等烟比例提高。对均价来说，行距水平 3 与水平 1、2 达到极显著差异，水平 1、2 之间差异不显著，说明随着行距的增加能提高烟叶均价。对上部烟比例来说，株距的水平 1 与水平 2 达到极显著差异，说明 0.5~0.6 m 株距范围内，适当增加株距能提高上部烟比例。对上中等烟比例来说，同一因素不同水平均值间的差异都不显著。同一因素不同水平差异显著性检验，为确定多指标试验的最优水平提供了另一方面的依据。

表 6 同一因素各水平间差异显著性检验
Table 6 Difference significance test of one factor at different levels

指标		产量	产值	上等烟比例	上中等烟比例	均价	上部烟比例	
处理因素	行距	水平 1	3175Aa	60691Aa	21.0Bb	88.6Aa	19.11Bb	24.11Aa
		水平 2	3224Aa	61322Aa	21.5Bb	89.8Aa	19.02Bb	22.07Aa
		水平 3	3049Aa	61493Aa	40.8Aa	93.2Aa	20.17Aa	26.18Aa
	株距	水平 1	2932Bb	56245Bb	22.1Bb	89.7Aa	19.2Aa	20.88Ab
		水平 2	3285Aa	63806Aa	27.1ABab	91.7Aa	19.44Aa	27.36Aa
		水平 3	3230Aa	63454Aa	34.0Aa	90.0Aa	19.67Aa	24.13Aab
	留叶数	水平 1	3045Aa	59129Bb	25.9Aa	91.2Aa	19.4Aa	25.51Aa
		水平 2	3237Aa	63671Aa	30.0Aa	92.2Aa	19.70Aa	23.22Aa
		水平 3	3166Aa	60705ABab	27.3Aa	88.2Aa	19.21Aa	23.64Aa

注：同一列内小写字母不同表示差异达 5% 显著水平，大写字母不同表示差异达 1% 显著水平。

3 讨 论

(1) 在直观分析中，通过考虑正交表中空格（误差）列剔除一些影响效应小的因素，可以减少试验因素。通过方差分析可以进一步验证相关因素影响的重要性。在产量指标中，直观分析表明，株距、留叶数、行距是影响 KRK26 的重要因素，但只有株距的影响达到极显著水平，留叶数和行距对产量的影响不显著；株距对产值的影响比留叶数大，行距对产值基本上没有影响。方差分析

表明，株距对产值的影响达到极显著水平，留叶数对产值的影响达到显著水平。

(2) 直观分析表明，株距、留叶数、行距是影响 KRK26 上等烟比例的重要因素，留叶数、行距是影响 KRK26 上中等烟比例的重要因素，行距、留叶数是影响 KRK26 均价的重要因素，株距是影响 KRK26 上部烟比例的重要因素；但方差分析表明，只有行距对上等烟比例、均价的影响达到极显著水平，株距对上部叶比例的影响达到显著水

平,其他因素对上等烟比例、上中等烟比例、均价、上部烟比例的影响都没有达到显著水平。

(3) 株距的水平 1 与水平 2、3 对产量的影响达到极显著差异;对于产值指标,株距的水平 1 与水平 2、3 达到极显著差异,留叶数的水平 1 与水平 2 达到极显著差异;对于上等烟比例指标,行距的水平 3 与水平 1、2 达到极显著差异,株距的水平 1 与水平 3 达到极显著差异;行距的水平 3 与水平 1、2 对均价的影响达到极显著差异;株距的水平 1 与水平 2 对上部叶比例的影响达到显著差异。其他同一因素不同水平均值间的差异都不显著。

(4) 综合考虑直观分析、方差分析、因素贡献率和同一因素不同水平差异显著性检验的分析结果,行距、株距、留叶数的最优水平组合为行距 1.2 m、株距 0.55 m、留叶数 23 片。

参考文献

- [1] 周国柱,薛超群,张永红,等. 栽培因素对烤烟经济性状的效应分析[J]. 烟草科技, 2001(1): 41-43.
- [2] 刘腾飞,谢立磊,孙曙光,等. 种植密度、施钾期及留叶数对烤烟上部叶质量的影响[J]. 云南农业大学学报, 2011, 26(S2): 88-93.
- [3] 王正旭,陈明辉,申国明,等. 施氮量和留叶数对烤烟红花大金元产质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(3): 76-79.
- [4] 时向东,朱命阳,赵会纳,等. 种植密度对烤烟叶片生育期光合特性的影响[J]. 中国烟草学报, 2012, 18(6): 38-42.
- [5] 曾建敏,吴兴富,肖炳光,等. 津巴布韦引进烤烟品种 T29 的栽培特性研究[J]. 中国烟草学报, 2011, 17(4): 43-46.
- [6] 申宴斌,刘彦中,马剑雄,等. 不同留叶数对烤烟新品种 NC297 生长及产质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2009, 30(6): 57-60, 64.
- [7] 赵铭钦,卢叶,刘云,等. 种植密度与留叶数对打顶后烤烟几种酶活性和 MDA 含量的影响[J]. 中国烟草学报, 2009, 15(3): 49-53, 62.
- [8] 吴家昶,李军营,杨宇虹,等. 种植密度对津巴布韦引进品种 KRK26 烟叶产量质量和化学成分的影响[J]. 西南农业学报, 2011, 24(1): 38-42.
- [9] 查宏波,石磊,卯志勇,等. 株行距、施氮量及打顶留叶长度对云烟 97 农艺性状和化学成分的影响[J]. 烟草科技, 2012(12): 39-43.
- [10] 唐先干,李祖章,胡启锋,等. 种植密度与施氮量对江西紫色土烤烟产量及农艺性状的影响[J]. 中国烟草科学, 2012, 33(3): 47-51.
- [11] 王付锋,赵铭钦,张学杰,等. 种植密度和留叶数对烤烟农艺性状及品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2010, 26(3): 487-492.
- [12] 张喜峰,张立新,高梅,等. 密度、留叶数及其互作对烤烟光合特性及经济性状的影响[J]. 中国烟草科学, 2014, 35(5): 23-28.
- [13] 宋淑芳,陈建军,周冀衡,等. 留叶数对烤烟品质形成的影响[J]. 中国烟草科学, 2012, 33(6): 39-43, 47.
- [14] 王正旭,向德恩,孟贵星,等. 施氮量和留叶数对中烟 100 产质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(增刊 1): 45-49.
- [15] 唐启义,冯明光. DPS 数据处理系统—实验设计、统计分析及模型优化[M]. 北京: 科学出版社, 2006.