

许 强,胡宗玉,李少鹏,等. 基于正交设计的云南烟叶打叶技术研究[J]. 江苏农业科学,2019,47(21):263-266.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.21.063

# 基于正交设计的云南烟叶打叶技术研究

许 强<sup>1</sup>, 胡宗玉<sup>1</sup>, 李少鹏<sup>1</sup>, 周永健<sup>2</sup>, 葛霓志<sup>2</sup>, 张玉海<sup>3</sup>

(1. 江苏中烟工业有限责任公司, 江苏南京 210004; 2. 云南烟叶复烤有限责任公司, 云南楚雄 675299; 3. 郑州烟草研究院, 河南郑州 450000)

**摘要:**以云南烟叶作为分析对象,研究一打框栏形状与尺寸、打叶物料流量、打前叶片含水率对叶片结构及叶中含梗率的影响。采用正交试验设计,利用直观分析法、方差分析法、综合平衡法等分析方法对试验数据进行分析。结果表明,框栏在 1% 水平下对大片率、叶中含梗率差异均显著;物料流量在 5% 水平下对大片率差异显著,在 10% 水平下对 <2.36 mm 叶片率差异显著;打后烟叶含水率在 5% 水平下对 <2.36 mm 叶片率差异显著;在试验范围内,各因数的最优水平为 3.2 寸六边形框栏、打叶流量 14 000 kg/h、打前烟叶含水率 17%~18%,能够较好实现“降大扩中控碎去梗”的打叶工艺理念。

**关键词:**正交试验;叶片结构;方差分析;直观分析;综合平衡;打叶技术;烟叶

**中图分类号:**TS44<sup>+</sup>3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)21-0263-03

打叶去梗是叶片与烟梗分离的过程,是打叶复烤过程中的重要工序,打叶质量的好坏,直接影响烟叶原料的消耗与卷烟企业的制丝质量<sup>[1-3]</sup>。卷烟工业企业不再单纯追求出片率,降低大片率、提高中片率、控制碎片率、降低叶中含梗率,合理的叶片结构逐步成为新要求。在打叶去梗过程中,很多因素会影响打后的叶片结构,如打辊转速、风分频率、框栏档距以及烟叶含水率和温度等<sup>[4-6]</sup>。目前,大部分研究都是基于某个因数或 2 个因数进行,同时基于多个因数进行研究并找出最优水平的报道仍较少。

本研究以一打框栏形状与尺寸、打叶物料流量、打前叶片含水率等为试验因数,利用正交试验设计方法研究各因数对打后叶片结构及叶中含梗率的影响情况,以期寻找符合“降大扩中控碎去梗”工艺理念的最优水平,提高烟叶利用率,降低卷烟生产成本。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料、设备和仪器

1.1.1 试验材料 云南曲靖 2017 年单打 C3F 云烟 87。

1.1.2 试验设备 流量控制设备:一润电子皮带秤(CK67E 型)、二润电子皮带秤(CK67E 型),均购自昆明船舶设备集团有限公司。

润叶设备:一次润叶机(滚筒式热风润叶机,WF363 型)、二次润叶机(滚筒式热风润叶机,WF3523B 型),均购自昆明船舶设备集团有限公司。

打叶设备:卧式卧分打叶机组(AW973C 型,四打十二分含回梗打),购自北京长征高科技有限公司。

收稿日期:2019-08-14

基金项目:江苏中烟工业有限责任公司项目(编号:201904)。

作者简介:许 强(1987—),男,江苏扬州人,硕士,工程师,主要从事烟草工艺研究。Tel:(0517)69896819;E-mail:xuqiang@jszygs.com。

通信作者:张玉海,硕士,高级工程师,主要从事卷烟配方与工艺研究。Tel:(0371)67672357;E-mail:yancaozhangyuhai@126.com。

1.1.3 检测仪器 Q C Test Shaker 叶片振动分选机、Q C Stem Tester 叶含梗检测机,均购自英国 GCH Cardwell 有限公司;RX-29-10 旋转分筛,购自美国泰勒工业集团;MT-C 快速水分测定仪,购自德国布拉本德公司;IS34EDE-H 电子称(感量 0.1 g),购自德国赛多利斯集团。

### 1.2 试验方法

1.2.1 试验条件 试验开始前对一级打叶器的比例分料器进行优化调整,保障一级打叶器各进料口进料比例基本一致。润后烟叶含水率和温度均应达到工艺质量要求并保持稳定,各试验打叶风分参数应保持一致。

1.2.2 试验设计 设置物料流量、框栏开口形状与尺寸(以下简称框栏)、二润后烟叶含水率(以下简称含水率)等 3 个试验因素,每个因素设置 3 个水平,采用  $L_9(3^4)$  正交表设计试验开展不同打叶参数对叶片结构影响试验。因素水平设置见表 1,  $L_9(3^4)$  正交表设计见表 2,试验顺序及各试验参数设置见表 3。

表 1 试验因素水平设置

水平	因素		
	A:框栏	B:物料流量 (kg/h)	C:含水率 (%)
1	3.2 寸六边形	14 000	16.5 ± 0.5(低)
2	3.5 寸菱形	12 000	18.5 ± 0.5(高)
3	3.0 寸菱形	13 000	17.5 ± 0.5(中)

1.2.3 取样及检测方法 过程质量的取样、检测均参照行业标准 YC/T 147—2010《打叶烟叶 质量检验》中的方法<sup>[7]</sup>执行。

感官评吸方法为单一评吸法。

### 1.3 数据处理与分析

使用 SPSS 19.0 软件对试验数据进行统计处理,利用直观分析、方差分析、综合平衡法等分析方法对结果进行分析。

## 2 结果与分析

由表 4 可知,试验 a 的大片率、大中片率、大中小片率和

表 2 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>) 正交设计

试验号	A: 框栏	B: 物料流量	C: 含水率	D: 空白列
a	1	1	1	1
b	1	2	2	2
c	1	3	3	3
d	2	1	2	3
e	2	2	3	1
f	2	3	1	2
g	3	1	3	2
h	3	2	1	3
i	3	3	2	1

表 3 试验顺序及参数设置

试验 顺序号	试验号	A: 框栏	B: 物料流量 (kg/h)	C: 含水率	D: 空白列
1	a	3.2 寸六边形	14 000	低	1
2	c	3.2 寸六边形	13 000	中	3
3	b	3.2 寸六边形	12 000	高	2
4	d	3.5 寸菱形	13 000	低	2
5	e	3.5 寸菱形	12 000	中	1
6	f	3.5 寸菱形	14 000	高	3
7	g	3.0 寸菱形	14 000	中	2
8	h	3.0 寸菱形	12 000	低	3
9	i	3.0 寸菱形	13 000	高	1

表 4 打后叶片结构与叶中含梗率试验结果

试验号	大片率	中片率	大中片率	大中小片率	碎片率	碎末率	叶中含梗率
a	41.49	37.17	78.66	95.92	3.82	0.26	0.86
b	46.98	34.69	81.68	96.76	3.05	0.19	1.08
c	43.30	37.46	80.75	96.84	2.95	0.21	0.86
d	49.64	30.94	80.58	96.25	3.50	0.24	1.39
e	52.23	30.54	82.78	96.82	2.97	0.22	1.35
f	50.59	31.45	82.04	96.49	3.26	0.25	1.44
g	52.75	29.21	81.96	96.57	3.21	0.22	1.12
h	54.53	27.69	82.21	96.72	3.05	0.23	1.16
i	52.14	31.02	83.16	97.00	2.80	0.20	1.09

叶中含梗率均低于其他试验,碎片率和碎末率均高于其他试验,中片率与试验 c 基本一致,均高于其他试验。

2.1 大片率分析

由表 5 可知,因素 C 检验结果  $P=0.799\ 8$ ,即润叶烟叶含

水率对大片率影响不显著,且  $MSC=0.43$ ,小于误差  $MSE=1.70$ ,所以只考察合并误差项后的 A' 和 B'。A' 检验结果  $P<0.01$ ,即在 1% 水平下框栏对大片率影响显著,B' 检验结果  $P=0.037<0.05$ ,即在 5% 水平下流量对大片率影响显著。

表 5 大片率方差分析结果

来源	SS( 离差平方和)	df( 自由度)	MS 均方	F 值	P 值
A	137.92	2	68.96	40.50	0.024 1
B	17.94	2	8.97	5.27	0.159 5
C	0.85	2	0.43	0.25	0.799 8
e	3.41	2	1.70		
A'	137.893	2	68.947	64.894	0.001
B'	17.921	2	8.960	8.434	0.037
e'	4.250	4	1.062		
总(T)	160.12	8			

由表 6 可知,对大片率影响因素主次表现为  $A>B>C$ ,即框栏>物料流量>润叶烟叶含水率。由于大片率为望低性指标,因此最优因素水平组合为 A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>。

2.2 <2.36 mm 叶片率分析

由表 7 可知,因素 C 检验结果  $P=0.037\ 4<0.05$ ,即在 5% 水平下水分对 <2.36 mm 叶片率影响显著,因素 B 检验结果为  $P=0.071\ 4<0.1$ ,即在 10% 水平下水分对 <2.36 mm 叶片率影响显著,因素 A 对 <2.36 mm 叶片率影响不显著。

由表 8 可知,对 <2.36 mm 叶片率影响因素主次表现为  $C>B>A$ ,即润叶烟叶含水率>物料流量>框栏。由于 <2.36 mm 叶片率为望低性指标,因此最优因素水平组合为 C<sub>2</sub>B<sub>2</sub>A<sub>3</sub>。

表 6 大片率直观分析结果

项目	A	B	C	空白列
K <sub>1</sub>	131.77	143.88	146.61	145.86
K <sub>2</sub>	152.47	153.75	148.77	150.33
K <sub>3</sub>	159.42	146.03	148.28	147.47
k <sub>1</sub>	43.92	47.96	48.87	48.62
k <sub>2</sub>	50.82	51.25	49.59	50.11
k <sub>3</sub>	53.14	48.68	49.43	49.16
极差	27.65	9.86	2.16	4.46
主次顺序	A>B>C			
优化方案	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>			

表 7 <2.36 mm 叶片率方差分析结果

来源	SS(离差平方和)	df(自由度)	MS 均方	F 值	P 值
A	0.000 7	2	0.000 3	7.75	0.114 3
B	0.001 2	2	0.000 6	13.00	0.071 4
C	0.002 3	2	0.001 1	25.75	0.037 4
e	0.000 1	2	0.000 0	1.00	0.500 0
总(T)	0.004 2	8			

表 8 <2.36 mm 叶片率直观分析结果

碎末	A	B	C	空白列
K <sub>1</sub>	0.66	0.72	0.74	0.68
K <sub>2</sub>	0.71	0.64	0.63	0.66
K <sub>3</sub>	0.65	0.66	0.65	0.68
k <sub>1</sub>	0.22	0.24	0.25	0.23
k <sub>2</sub>	0.24	0.21	0.21	0.22
k <sub>3</sub>	0.22	0.22	0.22	0.23
极差	0.06	0.08	0.11	0.02
主次顺序	C > B > A			
优化方案	C <sub>2</sub> B <sub>2</sub> A <sub>3</sub>			

2.3 叶中含梗率分析

由表 9 可知,因素 B 检验结果  $P=0.654>0.05$ ,即在 5% 水平下流量对叶中含梗率影响不显著,且  $MSB=0.005\ 2$ ,小于误差  $MSE=0.009\ 8$ ,所以须将 B 与误差项合并。因素 C 检验结果  $P=0.696>0.05$ ,即在 5% 水平下水分对叶中含梗率影响不显著,且  $MSC=0.004\ 3$ ,小于误差  $MSE=0.009\ 8$ ,所

表 9 叶中含梗率方差分析结果

来源	SS(离差平方和)	df(自由度)	MS 均方	F 值	P 值
A	0.32	2	0.161 6	16.56	0.057
B	0.01	2	0.005 2	0.53	0.654
C	0.01	2	0.004 3	0.44	0.696
e	0.02	2	0.009 8		
A'	0.32	2	0.160 3	24.79	0.001
e'	0.04	6	0.006 5		
总(T)	0.035 9	8			

表 11 感官评吸结果综合评分

烟叶含水率	得分(分)						
	香气质	香气量	杂气	浓度	劲头	刺激性	余味
低	6.3	6.1	6.2	6.1	5.7	5.9	5.9
中	6.3	6.1	6.1	6.0	5.6	5.8	5.8
高	6.1	6.0	5.9	5.9	5.7	5.8	5.8

3 结论与讨论

本研究验证了一打框栏、物料流量、打前叶片含水率等 3 个因素对打叶质量的影响均较为显著,具体如下:(1)框栏在 1% 水平下对大片率、叶中含梗率影响均显著,3.2 寸六边形框栏有助于降低大片率与叶中含梗率;(2)物料流量在 5% 水平下对大片率影响显著,在 10% 水平下对 <2.36 mm 叶片率影响显著,适宜的物料流量有助于降低大片率与 <2.36 mm

以须将 C 与误差项合并,只考察合并后误差项的 A'。A'检验结果  $P<0.01$ ,即在 1% 水平下框栏对叶中含梗率影响显著。

由表 10 可知,叶中含梗率影响因素主次表现为  $A>C>B$ ,即框栏>润叶烟叶含水率>物料流量。由于叶中含梗率为望低性指标,因此最优因素水平组合为 A<sub>1</sub>C<sub>3</sub>B<sub>1</sub>。

表 10 叶中含梗率直观分析

叶中含梗率	A	B	C	空白列
K <sub>1</sub>	2.79	3.37	3.45	3.30
K <sub>2</sub>	4.18	3.59	3.56	3.64
K <sub>3</sub>	3.37	3.39	3.34	3.41
k <sub>1</sub>	0.93	1.12	1.15	1.10
k <sub>2</sub>	1.39	1.20	1.19	1.21
k <sub>3</sub>	1.12	1.13	1.11	1.14
极差	1.39	0.22	0.23	0.34
主次顺序	A > C > B			
优化方案	A <sub>1</sub> C <sub>3</sub> B <sub>1</sub>			

2.4 综合分析 with 优化

由于不同的指标所对应的最优方案有所不同,为找到最佳的工艺参数,通过综合平衡法进行分析,具体过程如下:

A 因素:本试验以降低大片与叶中含梗率为目标,同时控制打叶过程碎片率,在 1% 水平下对大片率、叶中含梗率影响均显著,因此优选 A<sub>1</sub>。

B 因素:在 5% 水平下对大片率影响显著,可选 B<sub>1</sub>;在 10% 水平下对 <2.36 mm 叶片率影响显著,可选 B<sub>2</sub>;对叶中含梗率差异不显著。同时从生产进度方面(生产效率)分析,可取 B<sub>1</sub>。综上所述,B 因素应优选 B<sub>1</sub>,即 14 000 kg/h。

C 因素:对大片率、叶中含梗率影响均不显著,在 5% 水平下对 <2.36 mm 叶片率影响显著。通过直观分析,可选 C<sub>2</sub>,但 K<sub>2</sub> 与 K<sub>3</sub> 相差不大。另一方面,通过感官评吸(表 11)所得,高润叶烟叶含水率试验样品感官品质综合得分明显低于中、低润叶含水率样品,感官评吸质量应为优先考虑因素,即优先选择中、低润叶含水率。综上所述,C 因素应优选 C<sub>3</sub>,即打前叶片含水率为(17.5±0.5)%。

通过综合分析可得优选方案为 A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>3</sub>,即 3.2 寸六边形框栏,物料流量为 14 000 kg/h,打前叶片含水率为(17.5±0.5)%。

叶片率;(3)打前烟叶含水率在 5% 水平下对 <2.36 mm 叶片率影响显著,中、高打前烟叶含水率有利于减少 <2.36 mm 叶片率,但还应注意与感官评吸结果(或其他方面)相结合来选择适宜的打叶水分。

在试验范围内,各因素的最优水平为 3.2 寸六边形框栏、物料流量 14 000 kg/h、打前烟叶片含水率 17%~18%,在此条件下能够较好实现“降大扩中控碎去梗”的打叶工艺理念。

郝婧玮,梅念念,渠利霞,等. UV-B 对红豆杉不同提取方式紫杉醇含量的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(21):266-269.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.21.064

# UV-B 对红豆杉不同提取方式紫杉醇含量的影响

郝婧玮<sup>1,2</sup>, 梅念念<sup>1</sup>, 渠利霞<sup>1</sup>, 黄 静<sup>1</sup>, 季宇彬<sup>2</sup>

(1. 牡丹江师范学院生命科学与技术学院, 黑龙江牡丹江 157011; 2. 哈尔滨商业大学生命科学与环境科学研究中心, 黑龙江哈尔滨 150076)

**摘要:**以东北红豆杉的枝和叶为原材料,在 UV-B 紫外辐射的条件下,分别采用超声提取法、酶解法、微波法来研究紫杉醇的提取工艺,定时取样。对 3 种方法提取的紫杉醇样品通过高效液相色谱法(HPLC)进行含量检测,研究 UV-B 对不同提取方式下紫杉醇含量的影响。测定结果显示,紫杉醇标准品在 5.7~6.1 min 出峰,计算峰面积,进而求得紫杉醇提取率,来判断 UV-B 对这 3 种提取方法的影响。结果表明,在 UV-B 条件下,1~2 h 内,紫杉醇含量增加,在紫外辐射 2 h 时,提取率达到最大值;在 3~5 h 内,紫杉醇含量逐渐下降。在 3 种方法中,超声提取法优于酶解法,酶解法优于微波法,微波法的提取效果稍差,超声提取法在紫外辐射 2 h 时,提取率达到最大值,为 7.65%。其中 2 种方法合用优于单一法,加入纤维素酶的微波法在紫外辐射 2.5 h 时,提取率为 8.39%。

**关键词:**紫杉醇;高效液相色谱(HPLC);UV-B 紫外辐射;红豆杉;提取方式

**中图分类号:**S791.490.1;R284.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)21-0266-04

红豆杉(*Taxus chinensis*)是红豆杉科(Taxaceae)红豆杉属(*Taxus*)植物的总称,别名紫杉。因资源稀少,红豆杉被划分在我国一级珍稀保护树种范围内<sup>[1]</sup>。我国红豆杉有 1 个变种 4 个种,分散于我国大部分地区<sup>[2]</sup>。从红豆杉树皮和枝叶中提取的紫杉醇(Paclitaxel,商品名 Taxol)的药用价值很高,是一种治疗癌症的一线临床用药<sup>[3]</sup>。

东北红豆杉作为珍稀药用植物<sup>[1-4]</sup>,主要分布在中国东北地区、日本、朝鲜、俄罗斯等,主要以茎、枝、叶、根入药,有抗肿瘤作用,并可以抑制糖尿病和心脏病<sup>[5-6]</sup>。从东北红豆杉枝叶中分离得到了紫杉烷类二萜化合物、倍半萜类化合物、甾体类化合物、木脂素类化合物、黄酮类化合物、糖苷类化合物及其他类化合物等多种成分,多种化合物是通过植物次生代谢途径生成的,其中最具代表性的物质是紫杉醇和三尖杉宁碱。紫杉醇是从红豆杉属植物中分离得到的一种具有五甲基十五碳烯骨架的二萜类化合物,具有独特的抗癌作用,能与微管蛋白结合,并促进其聚合、抑制癌细胞有丝分裂,阻止癌细

胞的增殖,对卵巢癌、子宫癌、乳腺癌等十几种癌症具有很好的疗效<sup>[7-8]</sup>,同时对治疗恶性黑色素瘤、类风湿性关节炎和早老性痴呆<sup>[9-11]</sup>等也有一定潜力。由于其作用机制新颖、疗效独特、广谱抗癌的特点,紫杉醇成为世界关注的焦点<sup>[12-14]</sup>。紫杉醇的开发、研究和应用已成为近年来肿瘤化疗研究中的热点之一。然而,植物中紫杉醇的含量极低,天然资源匮乏、含量低、全合成成本高一直制约着紫杉醇的临床应用<sup>[15-16]</sup>,从 1 kg 干树皮中仅能分离得到 50~150 mg 紫杉醇,1 g 紫杉醇需要 3~4 株 60 龄的树来生产。为满足临床用药的需求,寻找新的生物资源已迫在眉睫。本研究以东北红豆杉枝叶为试验材料,对其紫杉醇进行了初步研究,并建立了应用高效液相色谱法测定东北红豆杉枝和叶中紫杉醇含量的方法<sup>[9-11]</sup>,对不同方法提取红豆杉中紫杉醇最佳工艺进行研究,为东北红豆杉这种可再生资源的开发、利用及质量标准研究提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料预处理

剪取东北红豆杉植物体部分枝叶,放入恒温箱中烘 24 h,烘干至恒质量。将枝叶放入微型植物粉碎机中粉碎,称取,分装。称取 1.5 g 红豆杉粉末分别装在①②③④号锥形瓶中,按料液比 1 g:10 mL 用甲醇对红豆杉粉末进行浸提;将 4 个锥形瓶于紫外灯下照射 5 h,并且隔 1 h 取样,备用。

收稿日期:2018-08-09

基金项目:牡丹江师范学院科研项目(编号:QY2014010);黑龙江省教育厅项目(编号:1353MSYQN009);哈尔滨商业大学研究生创新科研专项基金(编号:YJSCX2017-402HSD)。

作者简介:郝婧玮(1985—),女,辽宁宽甸人,硕士,讲师,主要从事肿瘤药理学研究。Tel:(0453)6511042;E-mail:swxhjw@126.com。

## 参考文献:

- [1] 罗海燕,方文青,杨林波,等. 叶中含梗率与相关打叶质量指标的关系[J]. 烟草科技,2005(7):11-13.
- [2] 孙纪周,彭 勇,卢友良,等. 打叶复烤线叶梗分离段节能降耗的方法及成效[J]. 节能,2013(7):72-74.
- [3] 陈家东,陶智麟,刘全喜. 打叶复烤加工过程造碎及碎烟处理工艺研究[J]. 烟草科技,2000(4):4-7.

- [4] 李跃锋,姜焕元,刘志平,等. 烟叶温度和含水率与打叶质量的关系[J]. 烟草科技,2005(2):5-6,18.
- [5] 刘其聪,夏正林,罗登山. 影响打叶质量的因素分析与降低烟叶损耗[J]. 烟草科技,1998(3):3-5.
- [6] 刘利锋,王花俊,朱晓牛,等. 不同打叶参数对打叶质量的影响[J]. 安徽农业科学,2009,37(24):11519-11520,11531.
- [7] 国家烟草专卖局. 打叶烟叶质量检验:YC/T 147—2010[S]. 北京:中国标准出版社,2011.