



### 烟叶pH值和烟碱蒸出率的相关性研究

贺继涛<sup>1</sup> 段焰青<sup>2</sup> 周瑾<sup>1</sup> 李敏<sup>1</sup> 李姗姗<sup>1</sup> 李军<sup>1</sup> 杨涛<sup>1</sup>

(1 瑞升科技有限公司 昆明市高新区科医路41号 650106;

2 昆明卷烟厂 昆明市北郊上庄 650202)

**摘要:** 用水蒸气蒸馏装置对49种不同等级烟叶的水浸液进行烟碱蒸馏试验, 分析了烟叶水浸液的自然态pH值、250mL馏出液中的烟碱含量和烟碱得率之间的关系。试验表明: 烟叶的等级、产地、烟末水浸液pH同烟碱的馏出量无明显的相关性, 但烟叶水浸液的pH值同烟碱蒸出百分率在散点图上有线性关系, 决定系数( $R^2$ )为0.874。用NaOH和HCl溶液对昭阳B2F烟末水浸液的pH值介于1.93~10.93之间, 然后进行水蒸气蒸馏并测算烟碱的蒸出率。结果表明: 当B2F烟叶水浸液pH值介于1.93~5.32时, 烟碱蒸出率介于0.00%~10.85%, 烟碱蒸出率随着pH的下降而降低, 二者的关系曲线较平缓; 当水浸液pH介于5.32~9.07时, 烟碱蒸出率介于10.85%~86.33%之间, 二者具有显著的线性正相关关系, 决定系数( $R^2$ )为0.991; 当pH值介于9.07~10.93时, 烟碱蒸出率介于86.33%~92.79%之间, 二者的关系曲线趋于平缓。

**关键词:** 烟叶; 烟碱; pH值; 水蒸气蒸馏

Study on relationship between tobacco leaves pH and the distillable nicotine

HE Ji-tao<sup>1</sup>, DUAN Yan-qing<sup>2</sup>, ZHOU Jin<sup>1</sup>, LI Min<sup>1</sup>, LI Shan-shan<sup>1</sup>, LI Jun<sup>1</sup>, YANG Tao<sup>1</sup>

(1 Yunnan Research Science & Technology Co. Ltd., Kunming 650106, China;

2 Kunming Cigarette Factory, Kunming 650202, China)

**Abstract:** Aqueous solutions of 49 kinds of tobacco leaves were distilled. The relationships of pH, the total nicotine and the content of nicotine in the first 250mL collected solutions by nature pH were analyzed (nature nicotine). The results showed that there was no regular relationship between the nicotine content and the tobacco quality grade, the place of origin, the pH value of the solution. The relationship of pH and the nature nicotine was positive linear, the determination coefficient was 0.874. Further then, the pH of the Zhaotonga B2F (2002) leaves' solution was regulated by NaOH and HCl. All the solutions with gradient pH value were distilled and the nature nicotine were measured. The correlative analysis between the pH value and the nature nicotine showed that the ratios of the nature nicotine and total nicotine were from 0.00% to 10.85% when the pH was from 1.93 to 5.32, the ratios were from 10.85% to 86.33% when the pH was from 5.32 to 9.07 and then they were significantly positive linear, the determination coefficient was 0.992, and the ratios were from 86.33% to 92.79% when the pH was from 9.07 to 10.93.

**Keywords:** Tobacco leaves; Nicotine; pH value; Water vapor distillation

烟碱是易挥发的碱性化合物, 能与无机酸和多种有机酸结合成盐, 初烤或复烤后的烟叶pH值介于4.5~6.0之间, 大部分烟碱是以容易分解的弱酸弱碱盐的形式存在, 非质子化的游离烟碱含量较少, 但随着环境体系(水浸液)pH的增加, 易挥发的游离态的烟碱含量逐渐增加<sup>[1]</sup>。

紫外分光光度法测定烟草烟碱的方法是利用过量碱(每0.6克烟末加入3g NaOH)的置换作用, 使水浸液中的全部烟碱转变为易挥发态的游离烟碱, 在一定时间里(最初的250 mL收集液)随水蒸汽进入收集瓶, 然后通过紫外光度法来测定样品中的烟碱含量<sup>[2、3]</sup>。

自然态的烟草水浸液是游离态烟碱和结合态烟碱共同存在的平衡体系, 如果对其进行水蒸汽蒸馏, 那么在蒸馏过程中, 随着游离态烟碱脱离, 水浸液原有酸碱状态不断变化, 部分质子态烟碱也会分解

[4],所以在酸性和较低的碱性条件下,从烟草水浸液中蒸出的烟碱不仅包括原有游离态烟碱,还包括了在蒸馏过程中由结合态烟碱转化来的一部分。因为可挥发性烟碱对卷烟的劲头有着更为密切的关系<sup>[1]</sup>,通过相关试验研究来探讨烟草水浸液pH同可蒸出烟碱量的相互关系具有重要意义。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

49种不同等级、产地和生产年份的烟末(烟叶样品在35℃烘烤12小时,高速粉碎机粉碎,用60目不锈钢筛网筛取烟末,测定水分后密闭保存)。

NaOH, NaCl, 0.05 mol/L NaOH, 0.02 mol/L HCl, 1mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0.025 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 试剂均为分析纯。

101A-2型电热恒温干燥箱,上海崇明实验仪器厂;FW-100型高速万能粉碎机,北京中兴伟业公司;AB204-S精密电子天平(0.0001g),瑞士METTLER TOLEDO;UV-2501PC紫外分光光度仪,日产SHIMADZU;86-2型磁力搅拌器,嘉兴凤桥电热器厂;HG53水分测定仪,瑞士Mettler Tolepo;PHS-25型酸度计,成都方舟科技公司;水蒸汽蒸馏装置(图1<sup>[3]</sup>)

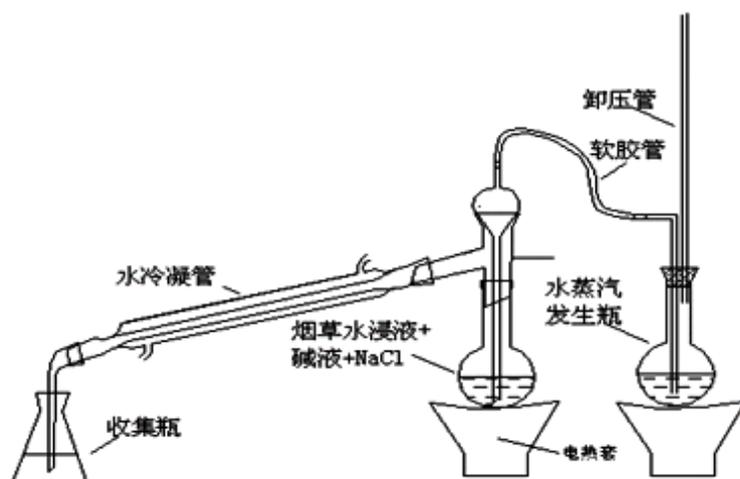


图1 烟碱蒸馏装置示意图

### 1.2 方法

#### 1.2.1 自然态烟草水浸液pH的测定

称取待测烟末样品(共49种烟末)1.0000g(实际介于0.9995~1.0005g之间)置于50mL三角瓶中,加入蒸馏水51.6mL,磁力搅拌器搅拌30分钟后用pHS-25型酸度计测其pH值。

#### 1.2.2 单种烟草水浸液pH的调节和测定

称取2002年产昭阳B2F烟末1.0000g置于50mL三角瓶中(共准备55份),使用碱式滴定管加入1.3mL~52.0mL的0.05 mol/L的NaOH(梯度为1.3mL)将其中40个样品调为碱性;使用酸式滴定管加入0mL~51mL(梯度为3.4mL)的0.02 mol/L HCl将另外16个样品调为酸性。然后用蒸馏水将各样品补足到51.6mL,磁力搅拌器搅拌30分钟后,用pHS-25型酸度计测其pH值。

#### 1.2.3 烟碱的水蒸汽蒸馏收集和测定

将前述51.6mL已测定pH值的烟草水浸液(共104个样品)置于蒸馏装置的500mL反应瓶中(图1),加入30gNaCl后开始蒸馏。用装有20mL 1mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>溶液的250mL三角烧瓶收集馏出液,当馏出液体积接近250mL时(240~250mL)终止反应,定容至250mL,用紫外分光光度法测定馏出液在A<sub>236</sub>、A<sub>259</sub>、A<sub>282</sub>nm处的吸光值,通过以下公式计算出250mL收集液中的烟碱含量:

$$\text{烟碱得率(蒸出率)} = \frac{1.059 \times F [A_{259} - 0.5 \times (A_{236} + A_{282})] \times V \times 100}{\text{样品重} \times (1 - \text{含水率}) \times 34.3 \times 1000}$$

#### 1.2.4 相关烟草样品中总烟碱的测定

使用标准的分光光度法测定49种烟叶的总烟碱含量<sup>[3]</sup>,即称量0.6000g烟末样品置于500mL反应瓶,分别加入NaOH3g、NaCl25g、25mL蒸馏水开始蒸馏。用装有10mL 2 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>溶液的三角烧瓶收集250mL馏出液,用紫外光度法计算出烟样中的总烟碱含量。

## 1.2.5 烟碱得率的计算

$$\text{烟碱得率 (蒸出率)} = \frac{\text{烟碱蒸出量} \times 100\%}{\text{总烟碱含量}}$$

### 1.2.6 烟碱得率的相对标准偏差分析

从前述的104个样品中挑选六个进行烟碱蒸馏的平行试验，每个样品重复做5次，然后根据烟碱得率计算出每个样品的相对标准偏差（RSD）。

水浸液（编号为K25）、2004年产楚雄C2F烟叶自然态水浸液（编号为K43）和四个经过pH调节的2002年产昭阳B2F烟叶水浸液（pH分别为5.00、6.66、7.88、9.50，对应样品标号为D11、D24、D33、D47）。

## 2 结果与讨论

### 2.1 烟碱得率的RSD分析和影响因素

影响烟碱得率的主要因素包括：烟草水浸液pH的准确调节，蒸馏装置的密闭性，蒸馏过程中被蒸馏液的总体积<sup>[2]</sup>，水蒸汽产生强度（由电热套温度调控），实际操作中对各因素的准确控制是获得较好数据的关键。在相关试验进行前，首先制定了严格的操作标准，尽可能的降低了各因素对试验结果的影响。

通过对六个样品进行水蒸汽蒸馏的重现性试验（见方法1.2.6），计算出烟碱得率及其相对实验结果的影响。

通过对六个样品进行水蒸汽蒸馏的重现性试验（见方法1.2.6），计算出烟碱得率及其相对标准偏差（表1），六个样品的相对标准偏差（RSD）介于1.16%~8.94%之间。

数据显示：烟碱得率越高，相对标准偏差(RSD)越低。这是因为蒸馏体系中可以被蒸出的烟碱越少，人为因素或蒸馏系统的轻微波动都可以对烟碱得率造成较大的干扰，使得平行样的数据产生较大差异。

表1 烟碱得率的RSD分析

样品	平行样1 (得率%)	平行样2 (得率%)	平行样3 (得率%)	平行样4 (得率%)	平行样5 (得率%)	相对标准 偏差
K25	7.31	8.14	7.62	7.59	7.91	4.11%
K43	18.69	15.76	16.03	15.23	16.31	8.15%
D11	3.77	3.82	3.19	3.21	3.74	8.94%
D24	33.47	33.45	35.22	36.29	34.91	3.51%
D33	60.68	61.57	61.99	65.10	63.15	2.73%
D47	88.33	90.24	87.67	88.90	87.88	1.16%

### 2.2 多种烟叶水浸液的pH值同一定体积收集液中烟碱含量的关系研究

对49种不同产地、年份和等级烟叶的烟末进行水蒸汽蒸馏，用紫外光度法测算250mL馏出液中的烟碱含量，并计算出烟碱蒸出率（烟碱蒸出量同总烟碱量的比值）（见表2）。相关数据表明：烟叶的等级、产地、陈化时间同烟碱的蒸出量和总烟碱含量没有明显的规律变化关系；对于相同产地和等级的玉溪MF1-B2F烟叶，经过比较1998、1999和2000年生产的复烤片烟，发现烟草水浸液的pH值逐年递增3.0%和2.3%，烟碱蒸出率相应的逐年递增31.8%和15.9%，所以烟碱蒸出率是受陈化时间影响的。根据国内一些科研工作者的研究表明：在烤烟陈化过程中，由于酸性物质的增加，烟草pH值一般呈下降趋势<sup>[8-10]</sup>，由于烟草pH值直接关系烟碱分子的存在状态，所以陈化时间越长的烟叶其烟碱蒸出率也越低。

表2 多种烟叶水浸液pH、烟碱蒸出量和蒸出率的比较

K2	玉溪 MF1-B2F 1998	4.98	0.114	3.742	3.05
K3	玉溪 MF1-B1F 1999	5.11	0.138	3.595	3.84
K4	玉溪 MF1-B2F 1999	5.13	0.142	3.535	4.02
K5	石林 B2F 1999	5.06	0.087	3.143	2.77
K6	玉溪 MF1-B2F 2000	5.25	0.150	3.220	4.66
K7	玉溪 B3F 2000	5.12	0.181	3.461	5.23
K8	红河 B1F 2000	5.06	0.098	3.512	2.79
K9	红河 B2F 2000	4.98	0.072	3.484	2.08
K10	红河 B2L 2000	5.12	0.141	3.505	4.02
K11	大理巍山 B1FL 2000	5.26	0.124	3.044	4.07
K12	大理 B2L 2000	5.10	0.140	3.593	3.88
K13	曲靖 C1F 2000	5.26	0.128	2.535	5.05
K14	曲靖 MF1-B2L 2000	5.22	0.147	2.685	5.49
K15	石林 B1F 2000	5.07	0.086	3.392	2.53
K16	会泽 B1L(初烤)	5.48	0.166	2.415	6.88
K17	曲靖 B1F 2001	5.11	0.125	3.576	3.50
K18	曲靖 B2F 2001	5.15	0.189	3.617	5.23
K19	昭通 B2F 2001	5.18	0.315	5.151	6.12
K20	保山 B1F 2002(初烤)	5.23	0.180	3.770	4.77
K21	保山 B1L 2002(初烤)	5.29	0.140	2.967	4.72
K22	昆明 B4F 2002	5.04	0.114	2.578	4.43
K23	红河 2002 初烤上部烟	5.12	0.151	3.735	4.05
K24	鲁甸 B3F 2002	5.38	0.301	5.119	5.89
K25	昭阳 B2F 2002	5.32	0.338	5.198	7.53
K26	玉溪 B2K 2003	5.30	0.294	4.082	7.19
K27	玉溪 C3F 2003	5.29	0.229	3.145	7.27
K28	巍弥红 C2F 2003	5.57	0.429	4.007	10.71
K29	巍弥红 C3F 2003	5.57	0.326	3.547	9.19
K30	巍弥红 B2F 2003	5.53	0.333	4.391	7.59
K31	巍弥红 X2FL 2003	5.68	0.235	2.056	11.45
K32	鲁甸 B3F 2003	5.25	0.346	3.778	9.15
K33	昭通 B3F 2003	5.29	0.438	6.106	7.18
K34	昆明 B4F 2004	5.01	0.133	3.214	4.13
K35	昭通 X4F 2004	5.57	0.142	1.125	12.63
K36	昭通 B2L 2004	5.49	0.369	3.396	10.85
K37	昭通 C2L 2004	5.54	0.243	2.500	9.74
K38	昭通 B3L 2004	5.60	0.257	2.237	11.48
K39	昭通 B1K 2004	5.20	0.409	6.130	6.66
K40	昭通 B4F 2004	5.44	0.183	2.073	8.84
K41	楚雄 C3L 2004	5.85	0.189	1.251	15.09
K42	楚雄 C2L 2004	5.68	0.282	1.928	14.64
K43	楚雄 C2F 2004	5.69	0.354	2.038	17.38
K44	诸城 B2F 2004(初烤)	5.41	0.246	2.955	8.34
K45	诸城 B2F 2004	5.46	0.218	2.750	7.92
K46	诸城 B2F 2004(未陈化)	5.46	0.267	2.600	10.26
K47	延安 C3L 2004(初烤)	5.76	0.232	1.537	15.09
K48	延安 C3L 2004	5.85	0.262	1.447	18.11
K49	延安 C3L 2004(未陈化)	5.78	0.169	1.219	13.84

49种烟草水浸液的pH同烟碱蒸出量的散点图(图2)表明二者无规律性变化关系,但各样品pH值同相应烟碱馏出率(馏出量同总烟碱的比值)有正相关变化趋势(符合公式 $y=15.787x-76.812$ ),决定系数( $R^2$ )等于0.874,见图3。

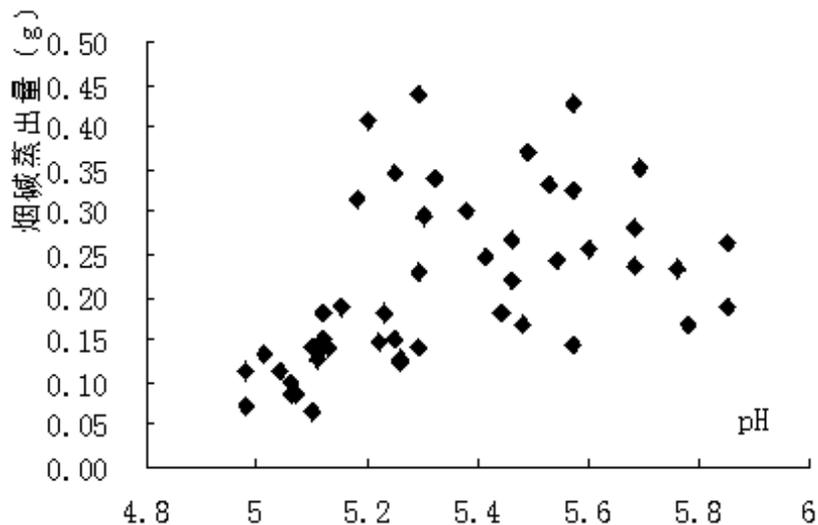


图2 多种烟草水浸液pH同烟碱蒸出量的关系图

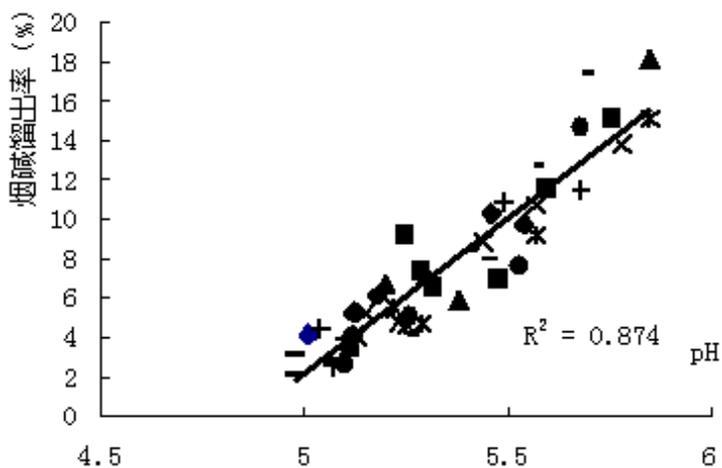


图3 烟碱蒸出率同水浸液pH的关系图

### 2.3 梯度变化的烟草水浸液pH值同250mL馏出液中烟碱含量的相关性

使用HCl和 NaOH对2002昭通B2F烟末水浸液的pH值进行调节,获得pH梯度变化的55个水浸液样品(详见方法1.2.2)。对这55个样品进行水蒸汽蒸馏并测算出250mL收集液中的烟碱蒸出率(蒸出量同烟碱总量的比值),并将其同相应pH值作散点图进行分析(图4)。图4曲线表明了250mL收集液中的烟碱得率同反应液的pH值呈规律性变化趋势:当水浸液的初始pH值介于1.93~5.32时,烟碱蒸出率介于0.00%~10.85%,烟碱蒸出率随着pH的下降而降低,二者的关系曲线较平缓;当水浸液pH介于5.32~9.07时,烟碱蒸出率介于10.85%~86.33%之间,二者具有显著的线性正相关关系(符合公式 $y=21.77x-109.64$ ),决定系数( $R^2$ )等于0.991;当pH值介于9.07~10.93时,烟碱蒸出率介于86.33%~92.79%之间,关系曲线趋于平缓,并逐渐接近全部烟碱的蒸出率。

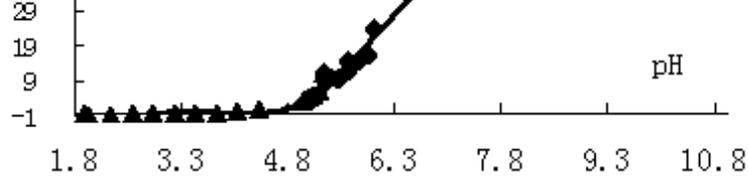


图4 B2F烟碱蒸出率同烟末水浸液pH的关系图

#### 2.4 烟叶水浸液pH值同烟碱馏出率相关性研究的实际指导意义

2.2和2.3的研究结果表明：相同强度的水蒸汽作用于一定量的烟草水浸液，在一定时间里挥发掉的烟碱比率同水浸液pH值具有规律性变化关系。

在实际生产中，因为不同等级来源的烟叶具有不同的pH值，所以在烟草加工过程中通过回潮、烘丝、高温高湿等工艺处理后随蒸汽散失的烟碱量也各不相同，通过研究各种烟叶水浸液pH值同烟碱馏出率的关系，对于通过人为调节烟叶pH值的手段来控制烟叶加工前后烟碱含量的技术具有一定的理论价值。

### 3 结论

利用水蒸汽蒸馏法对烟草水浸液进行烟碱蒸馏并分析其pH值和烟碱蒸出量（率）的关系，研究表明：不同等级的烟草pH值同一定体积的蒸馏收集液中烟碱含量无明显关系，但同烟碱馏出率（馏出量同总烟碱的比值）有一定的正相关关系；复烤烟叶的陈化时间越长，烟碱馏出率越低。

使用NaOH和HCl对B2F烟末水浸液的进行pH调节后进行烟碱蒸馏试验，研究表明：随着pH值的变化，烟碱馏出百分率也呈现规律性变化。当水浸液pH值介于1.93~5.32时，烟碱蒸出率介于0.00%~10.85%；当pH=5.32~9.07时，二者呈显著的正相关线性关系；而当pH值介9.07~10.93时，烟碱蒸出率介于90.1%~95.1%之间，此时二者关系曲线趋于平缓。

#### 参考文献

- [1]卢斌斌, 谢剑平, 刘惠民. 烟叶中游离烟碱与其pH值之间的关系[J]. 烟草科技, 2003, (6):6-10
- [2]卫青, 刘维涓, 蔡卿, 陈建明, 马东萍, 刘刚. 烟碱蒸馏简易装置及实验条件研究[J], 云南化工, 2004, 31(2):47-50
- [3]王瑞新. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003:68-69, 271-272, 277
- [4]苏明亮, 吴鸣, 谢剑平. 烟草及烟气中烟碱形态研究进展[J], 2004, (6):20-24
- [5]张群玲. 烟草中烟碱水蒸汽蒸馏分离及测定[J]. 四川师范大学学报, 1997, (2):103-108
- [6]刘锐. 烟碱蒸馏方法的改进[J]. 烟草科技, 1998, (5):24-25
- [7]李炎强, 张峻松, 贾会, 刘克建, 胡有持, 宗永立. 烤烟水溶液pH值分析方法研究[J]. 烟草科技, 2003, (11): 24-26
- [8]汤朝起, 许建铭, 张俊, 姚衡洲. 烟叶自然陈化研究进展及设想[J]. 中国烟草科学, 1999. (赵云3): 17-19
- [9]王晓辉, 川, 李炎强, 王 异, 胡有持. 陈化过程中云南烤烟复烤片烟B2F和C3F某些理化指标的变化[J]. 烟草科技, 2004, (10):18-20
- [10]李炎强, 胡有持, 宗永立, 吴拥军, 屈凌波, 相秉仁. 烤烟陈化过程中挥发性、半挥发性脂肪酸和pH 的变化研究[J]. 香精香料化妆品, 2004, (3): 21-25

【打印】 【关闭】