

网络出版时间:2020-06-01 10:45 DOI:10.13207/j.cnki.jnwfufu.2020.12.004
网络出版地址:http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.s.20200529.0830.004.html

河南浓香型烤烟叶面不同分区常规化学成分的差异研究

马一琼,姚倩,程良琨,王宝林,刘超,马波波,张书伟,
陈伟,李悦,白银帅,杨永锋

(河南中烟工业有限责任公司技术中心,河南,郑州 450000)

[摘要] 【目的】探索河南浓香型烤烟分切加工后不同区位常规化学成分的变化,为浓香型烟叶的分区加工和合理使用提供理论依据。【方法】以浓香型典型产区河南许昌 C3F 烟叶样品为试验材料,采用十段式分切处理,对叶面不同区位的常规化学成分进行分析,计算不同区位烟叶的化学成分可用性指数(CFI),分析烟叶化学成分与分切区位的相关性;在此基础上,利用化学成分含量和 CFI 对分切区位进行聚类分析,然后对聚类分析样品进行感官质量评价。【结果】(1)烟叶不同区位总糖、还原糖、烟碱、蛋白质含量和氮碱比呈现极显著差异。(2)浓香型烟叶化学成分可用性指数(CFI)从叶尖部到叶基部呈现先上升后下降的分布规律,以 L3 区位的 CFI 最高,达到 75.35, L10 区位的 CFI 最低,为 65.69。(3)烟叶总糖、还原糖、烟碱、总氮、蛋白质、氯、氮碱比与分切区位存在极显著相关性,从叶尖部到叶基部,还原糖、烟碱含量总体呈下降趋势,总氮、氯含量和氮碱比总体呈上升的抛物线变化,总糖含量呈先升高后降低的抛物线变化,蛋白质含量呈先下降后上升的抛物线变化。(4)基于化学成分含量和 CFI 的聚类结果显示,将烟叶可分切为两段,CFI 和感官质量均表现为上段(L1~L7) > 整片 > 下段(L8~L10),且三者之间差异显著。【结论】河南浓香型烟叶分上段(L1~L7)、下段(L8~L10)两部分加工,能有效提高烟叶的可用性和利用率。

[关键词] 浓香型烤烟;叶面分切区位;常规化学成分;分切加工

[中图分类号] S572

[文献标志码] A

[文章编号] 1671-9387(2020)12-0026-08

Differences in conventional chemical components among different sections of full flavor style flue-cured tobacco leaves in Henan

MA Yiqiong, YAO Qian, CHENG Liangkun, WANG Baolin, LIU Chao, MA Bobo,
ZHANG Shuwei, CHEN Wei, LI Yue, BAI Yinshuai, YANG Yongfeng

(Technology Center, China Tobacco Henan Industrial Co., Ltd., Zhengzhou, Henan 450000, China)

Abstract: 【Objective】 This paper studied the chemical composition changes of Henan full flavor style flue-cured tobacco leaves after sectioning to provide evidence for cutting and processing Henan full flavor style flue-cured tobacco leaves. 【Method】 This study chose C3F grade tobacco leaf samples in Xuchang and sliced the samples into ten portions. The variations in contents of conventional chemical components among different sections were studied, the chemical component feasibility index (CFI) was calculated, and the correlation between chemical components and different sections was analyzed. On the basis, clustering analysis was conducted according to chemical components and CFI, and the sensory quality of cutting samples was evaluated. 【Result】 (1) The contents of total sugar, reducing sugar, nicotine, protein and ratio of nitrogen

[收稿日期] 2019-12-10

[基金项目] 河南中烟工业有限责任公司科技计划项目“浓香型烟叶叶面分区及质量彰显技术研究”(HNZY012012347)

[作者简介] 马一琼(1992—),女,河南南阳人,助理工程师,硕士,主要从事烟叶原料研究。E-mail:1030081910@qq.com

[通信作者] 杨永锋(1979—),男,河南信阳人,实验师,博士,主要从事烟叶原料研究。E-mail:yihong7880@souhu.com

and nicotine between different sections had extremely significant differences. (2) The CFI of flavor style flue-cured tobacco increased first and then decreased with the increase of cutting section. L3 section had the highest CFI of 75.35, while L10 section had the lowest CFI of 65.69. (3) The contents of total sugar, reducing sugar, nitrogen, nicotine, protein, chlorine, and ratio of nitrogen and nicotine had extremely significant correlations with cutting sections. With the increase of cutting section, reducing sugar and nicotine contents decreased in general, while nitrogen content, chlorine content and ratio of nitrogen to nicotine presented a parabolic increasing trend in general. Total sugar content increased first and then decreased, while protein content decreased first and then increased. (4) According to clustering results and CFI, Henan full flavor flue-cured tobacco leaves were suggested to be sliced into 2 sections. The upper section was from L1 to L7, and the lower section was from L8 to L10. The CFI and sensory quality score were in the order of the upper section>the whole section>the lower section with significant differences. 【Conclusion】 Full flavor flue-cured tobacco leaves were suggested to be sliced into the upper section from L1 to L7 and the lower section from L8 to L10 for promoting the feasibility and utilization.

Key words: full flavor style flue-cured tobacco; cutting section; conventional chemical component; cutting and processing

化学成分是烟叶质量形成及风格特征的物质基础^[1-2],与烤烟的风格特色和香型彰显关联度较大^[3-5],直接影响烤烟的品质和工业使用价值,因此常用化学成分含量及协调性来评价烟叶的可用性^[6]。由于空间位置和生长发育时间的不同,同一片烟叶不同区域的品质特点及化学组成都有很大差别^[7-8]。单片烟叶的质量差异与当前加工工艺的整片烟叶无差别处理相矛盾,不利于烟叶的精细化加工,也降低了烟叶的使用价值^[9-11]。随着大品牌、大市场、大企业战略的不断推进,优质原料的需求越来越大,精细化加工的要求也越来越高,将烟叶分切后加工处理的烟叶分切技术,能弥补当前加工工艺的劣势,有效提高烟叶的工业可用性^[12],成为当前研究的一个热点。目前关于烟叶三段式分切的研究很多^[9,12-14],而对于烟叶多区位分切处理的研究较少^[15-16],且尚未涉及到常规化学成分的分析。

许昌是河南浓香型烟叶产区的代表,故本研究选取许昌 C3F 烟叶样品作为试验材料,采用十段式分切处理,研究了叶面不同区位常规化学成分的差异,旨在为河南浓香型烟叶的分切加工和合理使用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

以河南典型浓香型烟叶作为供试材料,选取 2014 年许昌襄县 C3F 烟叶作为试验样品,品种为中烟 100,由河南中烟工业有限责任公司提供。

试验所用仪器:ST-07B 型多功能粉碎机(上海

树立仪器仪表有限公司)、SKALAR 流动分析仪(荷兰 SKALAR 公司)、LHS-150SC 恒温恒湿箱(上海左乐公司)。

1.2 方法

1.2.1 分切方法 将样品的 C3F 烟叶基部切除 7 cm 后,其余部分平均分切为 10 段,自叶尖到叶基处分别编号为 L1~L10(图 1)。对分切后样品进行叶梗分离处理,用多功能粉碎机粉碎后,过筛备用。

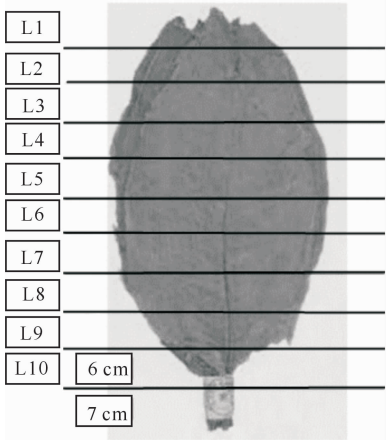


图 1 C3F 烟叶样品分切方法

Fig. 1 Cutting method of C3F grade tobacco leaf

1.2.2 常规化学成分测定 样品的还原糖、总糖、烟碱、钾、氯含量采用连续流动分析仪法^[17]测定;总氮含量采用过氧化氢-浓硫酸消化法^[17]测定;糖碱比是总糖与烟碱含量之比,氮碱比是总氮与烟碱含量之比,钾氯比是钾与氯含量之比;蛋白质含量(w)采用间接测定法^[17]测定,计算公式为:

$$w=6.25\times\frac{a}{m\times(1-w_1)}。$$

式中: a 表示样品中总氮的质量,mg; m 代表样品的质量,mg; w_1 代表样品中水分的质量分数,%。

1.2.3 化学成分可用性指数的计算 利用主成分分析和模糊数学隶属函数对烟叶化学成分进行综合评价^[18-22],选择 9 指标法(总糖、还原糖、总氮、烟碱、钾、氯、糖碱比、氮碱比、钾氯比)^[18-19] 计算烟叶化学成分可用性指数(CFI):

$$CFI=\sum W_i\times C_i。$$

式中: W_i 为化学成分各指标所占权重, C_i 为各指标的隶属度函数值。

根据文献[18-19]研究结果,确定总糖、还原糖、总氮、烟碱、氯以及氮碱比和糖碱比采用抛物线形隶属函数计算隶属度,对钾含量、钾氯比采用 S 形隶属函数计算隶属度。采用主成分分析法进行各指标权重的计算。

抛物线形隶属函数公式为:

$$f(x)=\begin{cases}0.1,x\leq F,x\geq U;\\ \frac{0.9(x-F)}{O_1-F}+0.1,F<x\leq O_1;\\ 1.0,O_1<x\leq O_2;\\ 1.0-\frac{0.9(x-O_2)}{U-O_2},O_2<x<U.\end{cases}$$

式中: x 为指标测定值, F 、 U 、 O_1 、 O_2 分别表示不同化学成分指标的下限、上限、最优值下限、最优值上限。

S 形隶属函数公式为:

$$f(x)=\begin{cases}0.1,x\leq F;\\ \frac{0.9(x-F)}{U-F}+0.1,F<x<U;\\ 1.0,x\geq U.\end{cases}$$

式中: x 为指标测定值, F 、 U 分别表示不同化学成分

指标的下限、上限。

1.2.4 相关性分析和聚类分析 采用双变量相关分析法分析烟叶 10 个常规化学成分与叶面不同区位(L1~L10)的相关性。在此基础上,依照不同分区化学成分含量和 CFI 对分切区位进行聚类分析。

1.2.5 感官质量评价 将聚类分切的烟叶样品分别切丝混匀,手工制成卷烟,然后置于温度为(22±2)℃、相对湿度为(60±2)%的恒温恒湿箱内平衡 2 d。由河南中烟工业有限责任公司技术中心专家对卷烟烟叶样品进行感官质量(香气质、香气量、浓度、柔细度、余味、杂气、刺激性)评价,计算平均值作为最终评吸得分。

1.3 数据处理

采用 Microsoft Excel 2013 和 SPSS 19.0 软件对试验数据进行处理与统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同区位烟叶常规化学成分的差异性

由表 1 可知,烟叶不同区位间总糖、还原糖、烟碱、蛋白质、氮碱比呈极显著差异($P<0.01$),其他指标差异不显著。总糖含量在 L1~L8 区位内差异不显著,但显著大于 L10 区位。还原糖含量以 L1~L6 区位显著大于 L9~L10 区位,且 L1~L7 区位差异不显著。烟碱含量在 L1~L4 区位差异不显著,但显著大于 L10 区位,以 L1 区位最高。蛋白质含量在 L1~L6 区位显著小于 L9~L10 区位,以 L10 区位最高。氮碱比在 L1~L5 区位显著小于 L8~L10 区位,以 L10 区位最高。可见叶面 L1~L6 区位的含碳化合物和烟碱含量高于 L8~L10 区位,而蛋白质含量则相反,常规化学成分在叶面上的分布差异为后续烟叶的分切加工提供了依据。

表 1 不同分切区位间烟叶常规化学成分的方差分析和多重比较

Table 1 Variance analysis and multiple comparison of conventional chemical components of tobacco leaf in different sections

区位 Section	总糖/(mg·g ⁻¹) Total sugar	还原糖/(mg·g ⁻¹) Reducing sugar	总氮/(mg·g ⁻¹) Nitrogen	烟碱/(mg·g ⁻¹) Nicotine	蛋白质/(mg·g ⁻¹) Protein
L1	217.01±26.05 ab	195.83±26.16 a	20.31±2.12 a	25.48±5.00 a	99.15±9.23 cd
L2	219.23±30.09 ab	194.76±27.03 a	19.95±2.20 a	25.02±5.10 ab	97.19±9.34 cd
L3	219.72±30.75 ab	190.22±23.56 ab	20.10±2.16 a	24.91±4.99 ab	98.24±8.81 cd
L4	222.07±30.16 ab	194.03±26.06 a	20.11±2.28 a	24.66±4.97 abc	98.24±9.29 cd
L5	227.01±28.15 a	188.38±25.11 ab	19.98±2.29 a	23.92±4.85 abcd	98.98±9.56 cd
L6	224.25±28.34 ab	188.85±25.55 ab	20.18±2.35 a	22.40±4.85 abcd	100.75±10.28 cd
L7	221.76±29.69 ab	182.34±24.38 abc	20.42±2.66 a	21.57±5.00 cd	102.94±12.02 bcd
L8	214.73±33.26 ab	174.36±25.55 bc	20.98±2.83 a	21.76±5.12 bcd	106.24±13.54 abc
L9	205.68±30.46 b	167.72±21.90 c	21.45±2.96 a	21.73±5.41 bcd	108.57±14.24 ab
L10	181.09±28.36 c	147.95±22.60 d	22.23±2.85 a	21.10±5.49 d	113.51±13.62 a
F 值 F measure	3.67**	6.72**	1.66	2.02**	4.21**

表 1(续) Continued table 1

区位 Section	钾/(mg·g ⁻¹) Potassium	氯/(mg·g ⁻¹) Chlorine	糖碱比 Sugar/nicotine	氮碱比 Nitrogen/nicotine	钾氯比 Potassium/chlorine
L1	11.89±4.30 a	5.51±3.43 a	9.01±2.89 a	0.82±0.14 d	2.84±1.62 a
L2	11.38±3.78 a	5.20±3.34 a	9.34±3.31 a	0.82±0.14 d	2.87±1.64 a
L3	10.98±2.77 a	5.29±3.52 a	9.26±2.74 a	0.83±0.14 d	2.75±1.50 a
L4	10.79±3.33 a	5.55±3.94 a	9.54±3.21 a	0.84±0.14 d	2.78±1.90 a
L5	11.27±3.20 a	5.91±4.12 a	10.05±3.25 a	0.86±0.14 cd	2.75±1.92 a
L6	11.33±3.39 a	6.37±4.76 a	10.71±3.97 a	0.93±0.17 bcd	2.71±2.12 a
L7	12.36±4.55 a	6.86±4.87 a	11.12±4.34 a	0.99±0.20 bc	2.85±2.46 a
L8	11.94±4.32 a	7.51±4.85 a	10.76±4.87 a	1.01±0.22 ab	2.51±2.25 a
L9	12.29±4.90 a	8.00±5.11 a	10.48±5.19 a	1.04±0.26 ab	2.43±2.32 a
L10	13.94±5.92 a	8.76±5.16 a	9.72±5.75 a	1.13±0.34 a	2.36±2.12 a
<i>F</i> 值 <i>F</i> measure	0.87	1.46	0.58	5.40 * *	0.15

注:同列数据后标不同小写字母表示处理间差异达到显著水平($P<0.05$)。* * 表示方差分析达到极显著水平($P<0.01$)。下表同。
Note: Different lowercase letters mean significant difference at $P<0.05$ level. * * means significant difference at $P<0.01$ level in variance analysis. The same below.

2.2 不同区位间烟叶化学成分可用性指数的差异性

选取总糖、还原糖、总氮、烟碱、钾、氯、糖碱比、氮碱比、钾氯比等 9 个指标作为评价烟叶化学成分可用性指数的因子,根据黄金叶品牌需求^[17,23],确

定了各因子所属的隶属度函数曲线类型及特征值,并采用主成分分析法对各化学指标进行降维分析,确定各因子的权重^[18],结果见表 2。不同分切区位间烟叶化学成分可用性指数比较见表 3。

表 2 不同烟叶化学成分所属隶属函数类型、特征值及权重

Table 2 Types of membership functions, threshold values and weight values of chemical component index of different tobacco leaves

化学成分 Chemical component	隶属函数类型 Type of membership function	下限 <i>F</i> Lower limit value	最优值下限 <i>O</i> ₁ Lower limit of optimal value	最优值上限 <i>O</i> ₂ Upper limit of optimal value	上限 <i>U</i> Upper limit value	权重/% Weight value
总糖/(mg·g ⁻¹) Total sugar	抛物线形 Parabola-type function	120.00	180.00	240.00	320.00	10.96
还原糖/(mg·g ⁻¹) Reducing sugar	抛物线形 Parabola-type function	110.00	160.00	200.00	280.00	9.88
总氮/(mg·g ⁻¹) Nitrogen	抛物线形 Parabola-type function	15.00	20.00	25.00	35.00	11.09
烟碱/(mg·g ⁻¹) Nicotine	抛物线形 Parabola-type function	15.00	24.00	26.00	35.00	12.60
氯/(mg·g ⁻¹) Chlorine	抛物线形 Parabola-type function	1.00	3.00	5.00	8.00	10.93
糖碱比 Sugar/nicotine	抛物线形 Parabola-type function	2.00	8.00	10.00	15.00	11.80
氮碱比 Nitrogen/nicotine	抛物线形 Parabola-type function	0.40	0.70	1.00	1.40	11.67
钾/(mg·g ⁻¹) Potassium	S 形 S-type function	12.00			21.00	10.21
钾氯比 Potassium/chlorine	S 形 S-type function	1.50			4.00	10.86

表 3 不同分切区位间烟叶化学成分可用性指数的比较

Table 3 Comparison of chemical component feasibility index of flue-cured leaf among different sections

区位 Section	化学成分可用性指数(CFI) Chemical component feasibility index	区位 Section	化学成分可用性指数(CFI) Chemical component feasibility index	区位 Section	化学成分可用性指数(CFI) Chemical component feasibility index
L1	74.87±8.37 a	L5	74.05±6.72 ab	L9	68.85±6.94 cd
L2	75.08±8.12 a	L6	72.32±7.54 abc	L10	65.69±7.10 d
L3	75.35±6.83 a	L7	71.05±8.35 abc	平均	72.13±8.37
L4	74.63±7.05 a	L8	69.40±6.86 bcd	Mean	

表 3 表明,许昌浓香型 C3F 烟叶平均 CFI 为 72.13,按照传统的烟叶 CFI 档次分类方法^[15],许昌浓香型 C3F 烟叶 CFI 介于 60~80,整体属于较好档次。烟叶 CFI 在不同区位间存在一定差异,从 L1~L10 区位,CFI 呈现先上升后下降的趋势,其中 L1~L4 区位的 CFI 显著高于 L8~L10 区位,其中以 L3 区位的 CFI 最高,达到 75.35;L10 区位的 CFI 最低,为 65.69。这与前人得出的烟叶叶尖、叶中部 CFI 较高,叶基 CFI 最低的结论^[12-15]基本一致。

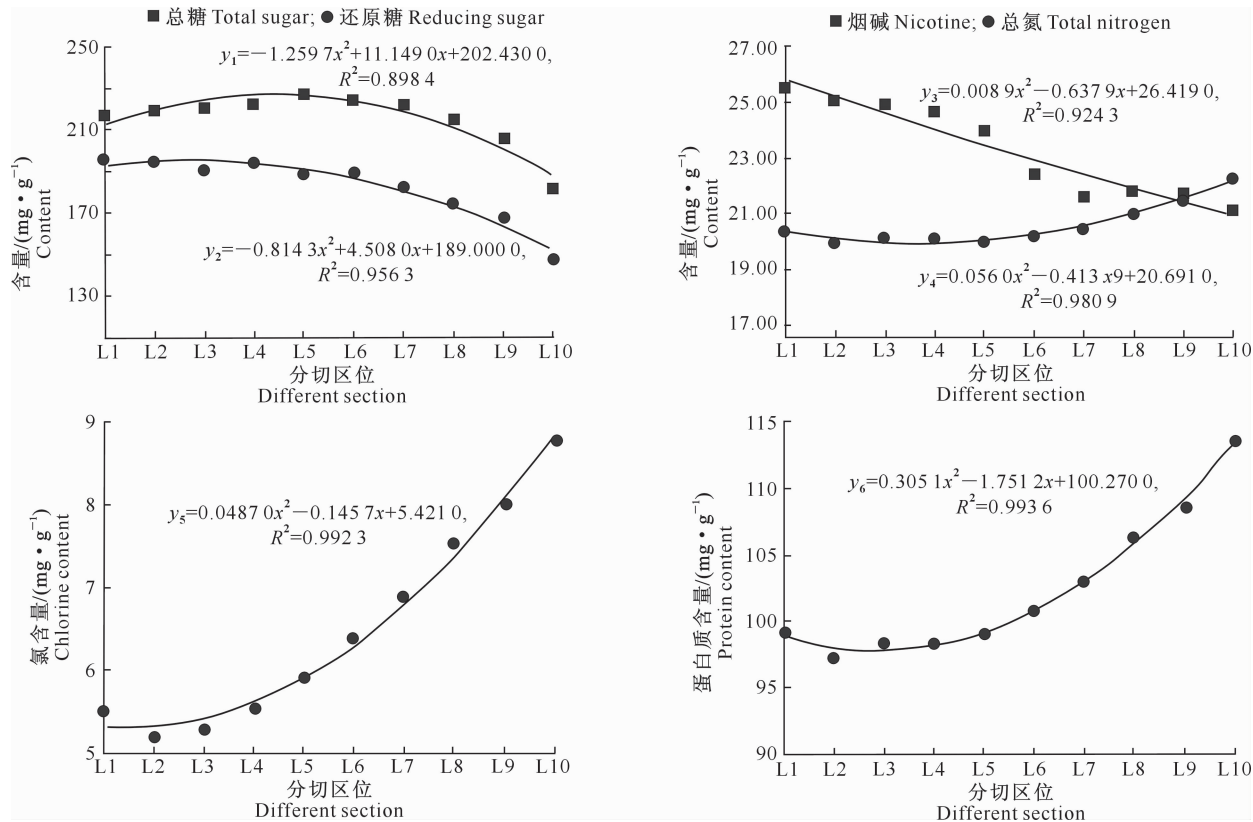
表 4 烟叶化学成分和分切区位的相关性

Table 4 Correlation between chemical components and different cutting sections of flue-cured tobacco leaves					
化学成分 Chemical components		Pearson 相关系数 Person coefficient	化学成分 Chemical component		Pearson 相关系数 Person coefficient
总糖	Total sugar	−0.25 * *	钾	Potassium	0.15
还原糖	Reducing sugar	−0.46 * *	氯	Chlorine	0.26 * *
总氮	Nitrogen	0.23 * *	钾氯比	Potassium/chlorine	−0.08
烟碱	Nicotine	−0.30 * *	糖碱比	Sugar/nicotine	0.12
蛋白质	Protein	0.38 * *	氮碱比	Nitrogen/nicotine	0.45 * *

注: ** 表示相关性达到极显著水平(P<0.01)。
Note: ** means extremely significant difference (P<0.01).

2.3 烟叶常规化学成分和分切区位的相关性

由表 4 可以看出,通过相关性分析可知,烟叶常规化学成分含量和分切区位呈现明显的相关性,其中总糖、还原糖、烟碱含量与叶面区位呈极显著负相关,总氮、蛋白质、氯、氮碱比与叶面区位呈极显著正相关。在相关性分析的基础上,进一步对显著性指标与区位进行回归性分析以及方程拟合,结果见图 2 和图 3。



y₁、y₂、y₃、y₄、y₅、y₆ 分别代表总糖、还原糖、烟碱、总氮、氯和蛋白质含量及氮碱比,x 代表所在区位

y₁、y₂、y₃、y₄、y₅、y₆ represent total sugar content, reducing sugar content, nicotine content, total nitrogen content, chlorine content and protein content respectively, and x represents each section

图 2 烟叶总糖、还原糖、烟碱、总氮、氯和蛋白质含量随分切区位的变化趋势

Fig. 2 Variation trends of total sugar, reducing sugar, nicotine, total nitrogen, chlorine and protein content of flue-cured tobacco in different sections

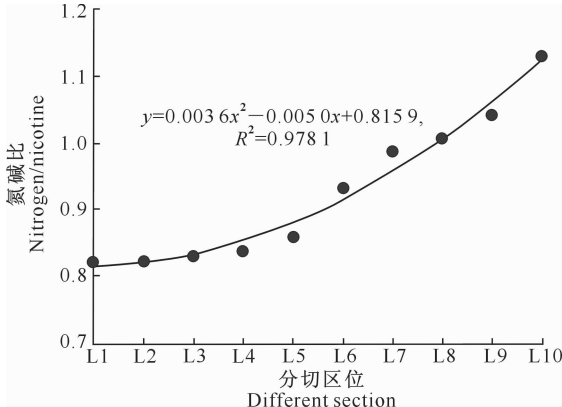


图 3 烟叶氮碱比随分切区位的变化趋势

Fig. 3 Variation trends of nitrogen/nicotine of flue-cured tobacco in different sections

由图 2 和图 3 可以看出,不同区位烟叶与总糖、还原糖、总氮、烟碱、蛋白质、氯、氮碱比的拟合度均较高($R^2>0.89$)。从叶尖部到叶基部(L1~L10),总糖含量呈现先升高后降低的抛物线变化,在 L5 区位达到最高点;还原糖、烟碱含量总体呈下降趋势,其中还原糖含量呈二项式抛物线分布,烟碱含量呈线性分布;总氮、氯含量和氮碱比呈逐渐上升的抛物线变化;蛋白质含量呈先降低后升高的抛物线变化,在 L2~L3 区位相对较低。

2.4 基于烟叶化学成分与可用性指数的分切区位聚类分析

由于烟叶化学成分和分切区位有一定的相关性,依照化学成分含量和 CFI 对分切区位进行系统聚类分析,结果见图 4。由图 4 可以看出,依据聚类结果,再考虑到分切的效果和可行性,将区位分为上下两段,上段为 L1~L7 区位,下段为 L8~L10 区位。对聚类分切后样品进行化学成分综合评价(表 5),经 F 检验,聚类分切后样品的 CFI 差异达到显著水平($P<0.05$),样品 CFI 表现为上段(73.91) $>$

整片(72.13) $>$ 下段(67.98),且下段的 CFI 与上段、整片差异显著。可见聚类分切使烟叶化学成分可用性得到了有效区分,整体提高了烟叶的 CFI。

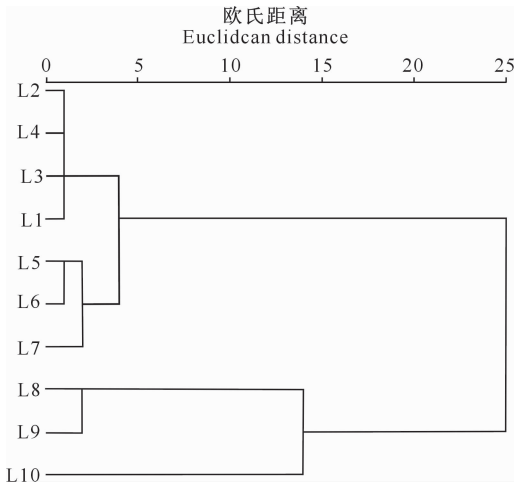


图 4 基于化学成分含量和可用性指数(CFI)的分切区位聚类分析

Fig. 4 Clustering results based on conventional chemical components feasibility index of flue-cured tobacco

表 5 基于聚类分切结果的烟叶化学成分可用性指数比较

Table 5 Comparison of chemical components of cutting samples based on clustering result

区位 Section	化学成分可用性指数(CFI) Chemical component feasibility index
上段 The upper section	73.91±11.66 a
下段 The lower section	67.98±12.01 b
整片 The whole section	72.13±12.05 a
F 值 F measure	4.69 **

2.5 基于聚类结果的烟叶分切样品感官质量评价

基于聚类分切结果,对许昌 C3F 烟叶供试材料进行两段式分切,并对分切后样品的上段、下段、整片分别进行感官质量评价,结果见表 6。

表 6 基于聚类分切结果的烟叶感官质量比较

Table 6 Comparison of sensory evaluation of cutting samples based on clustering result				
区位 Section	香气质 Flavor quality	香气量 Flavor quantity	浓度 Concentration	柔细度 Tender degree
上段 The upper section	6.39±0.28 a	6.27±0.25 a	6.34±0.29 a	6.38±0.28 a
下段 The lower section	5.79±0.29 c	5.73±0.29 b	5.72±0.3 c	5.90±0.26 c
整片 The whole section	6.09±0.24 b	6.10±0.25 a	6.11±0.25 b	6.14±0.33 b
F 值 F measure	22.42 **	19.49 **	22.53 **	12.21 **

区位 Section	余味 Remaining taste	杂气 Offensive odor	刺激性 Irritation	总分 Total score
上段 The upper section	6.22±0.24 a	6.12±0.31 a	6.16±0.24 a	43.87±1.52 a
下段 The lower section	5.68±0.23 c	5.63±0.11 c	5.75±0.24 c	40.20±1.40 c
整片 The whole section	5.98±0.27 b	5.91±0.20 b	5.93±0.17 b	42.24±2.11 b
F 值 F measure	21.53 **	21.73 **	15.35 **	28.04 **

由表 6 可知,感官质量总分在不同分切段位间呈现上段(43.87) $>$ 整片(42.24) $>$ 下段(40.20)。

不同感官质量指标的变化也呈现相同规律,且差异达到极显著水平。可见烟叶感官品质整体表现为叶尖部显著好于叶基部。聚类分切后,不同区位的烟叶质量特点和风格特色得到了充分彰显,有效提高了烟叶的可用性和利用率。

3 讨 论

本研究中,烟叶化学成分在叶面的分布有显著性差异和规律性变化,其中总糖、还原糖、烟碱、蛋白质、氮碱比在不同区位间呈现极显著差异,其他指标差异不显著,且烟叶化学成分与分切区位存在明显的相关性,从叶尖到叶基部,还原糖、烟碱含量总体呈现下降趋势,总氮、氯、氮碱比总体呈现上升的趋势,这与以往的研究结果基本一致^[10,12,24]。一般认为,烟株空间位置会影响烟叶的物质积累,使得一片烟叶不同区域化学成分含量存在差异^[25]。也有学者认为,化学成分的差异性分布可能与烟株生长过程和烟叶烘烤物质的流向分配有关^[24,26]。叶晓青等^[27]研究表明,随成熟过程的推进,烤烟氮素含量逐渐降低,叶片氮素向根、茎发生转移。因此随着成熟度的推进,氮素自叶尖到叶基有转移的趋势,在叶基部总氮含量较高。关于其他化学成分在叶面的差异分布机制,还有待于进一步研究验证。

本研究中,许昌浓香型烟叶化学成分可用性指数(CFI)平均为 72.13,整体属于较好档次;烟叶 CFI 在不同区位间存在一定差异,在 L3 区位 CFI 最高,L10 区位最低,这与前人的研究结论^[12-15]基本一致。这是因为烟叶在田间极易相互遮蔽,光照自叶尖到叶基逐渐减少,且叶片前半部分通风较好,所处的小气候较利于叶片生长发育,可用性表现最好^[8]。

基于化学成分含量和 CFI,将河南浓香型烟叶分为两段:上段为 L1~L7 区位,下段为 L8~L10 区位,样品 CFI 表现为上段(73.91)>整片(72.13)>下段(67.98),且下段 CFI 与上段、整片差异显著。进一步对两段式分切后烟叶进行感官质量评价,不同分切段位烟叶感官质量总分为上段(43.87)>整片(42.24)>下段(40.20),且差异显著。可见将烟叶化学成分可用性和感官质量得到有效区分后,可显著提高烟叶的可用性和利用率。

[参考文献]

[1] 闫克玉,王建民,屈剑波,等. 河南烤烟评吸质量与主要理化指标的相关分析 [J]. 烟草科技,2001(10):5-9.
Yan K Y,Wang J M,Qu J B,et al. Correlation between smok-

ing quality and physical/chemical parameters of flue-cured tobacco in Henan province [J]. Tobacco Science & Technology, 2001(10):5-9.
[2] 王刘胜,马 戎. 浓香型产区烟叶主要化学成分与风格品质特色及其关系研究 [J]. 中国烟草科学,2013,34(5):28-32.
Wang L S,Ma R. Major chemical components and quality and style and their relationships in full flavor tobacco growing regions [J]. Chinese Tobacco Science,2013,34(5):28-32.
[3] 高净净,赵铭钦,梅雅楠,等. 洛阳烤烟风格彰显度与常规化学成分的关系 [J]. 中国烟草科学,2015,36(5):38-43.
Gao J J,Zhao M Q,Mei Y N,et al. The relationship between the conventional chemical composition and flue-cured tobacco typical style of Luoyang [J]. Chinese Tobacco Science,2015,36(5):38-43.
[4] 宗 浩,王洪云,陈 刚,等. 大理红大品种不同等级烟叶主要化学成分和多酚类物质分析 [J]. 中国烟草科学,2012,33(4):22-27.
Zong H,Wang H Y,Chen G,et al. Analysis on main chemical components and polyphenol in different grades of tobacco Honghuadajinyuan in Dali [J]. Chinese Tobacco Science,2012,33(4):22-27.
[5] 夏冰冰,梁永江,张 扬,等. 遵义烟区上部烟叶化学成分与感官评吸的相关性 [J]. 中国烟草科学,2015,36(1):30-34.
Xia B B,Liang Y J,Zhang Y,et al. Correlation between chemical components and sensory evaluation of upper tobacco leaves in Zunyi [J]. Chinese Tobacco Science,2015,36(1):30-34.
[6] 陈学平,张 良,郭家明,等. 多个化学成分指标烟叶样品的聚类分析研究 [J]. 中国烟草学报,2002,23(4):22-27.
Chen X P,Zhang L,Guo J M,et al. A study on the cluster analysis of 48 leaf-tobacco samples with 8 chemical compositions [J]. Chinese Tobacco Science,2002,23(4):22-27.
[7] 左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学 [M]. 上海:远东出版社,1993:441-445.
Zuo T J. The production,physiology and biochemistry of flue-cured tobacco [M]. Shanghai:Far East Press,1993:441-445.
[8] 马一琼,顾会战,许自成,等. 烟草光照因素的研究进展 [J]. 江西农业学报,2017,29(7):98-103.
Ma Y Q,Gui H Z,Xu Z C,et al. Research progress in light factors in tobacco [J]. Acta Agriculturae Jiangxi,2017,29(7):98-103.
[9] 符再德,张其龙,张 晖,等. 张家界桑植浓香型烤烟烟叶分切研究 [J]. 烟草科技,2012(5):51-55.
Fu Z D,Zhang Q L,Zhang H,et al. Study on chemistry of different portions of robust flavor style flue-cured tobacco leaf from Sangzhi,Zhangjiajie [J]. Tobacco Science & Technology, 2012(5):51-55.
[10] 孙承顺,李建林,程新宇,等. 把叶分离工艺在打叶复烤中的应用 [J]. 中国烟草科学,2007,28(2):14-16.
Sun C S,Li J L,Cheng X Y,et al. Application of the separating processes of tobacco bundle and leaf in the threshing and redrying line [J]. Chinese Tobacco Science,2007,28(2):14-16.
[11] 王晓耕,江家洪,冉 宁,等. 烟叶分切工艺在打叶复烤生产中

- 的应用 [J]. 烟草科技, 2005(2):3-4, 40.
- Wang X G, Jiang J H, Ran N, et al. Leaf cutting before threshing and redrying [J]. Tobacco Science & Technology, 2005 (2):3-4, 40.
- [12] 颜克亮, 武 怡, 曾晓鹰, 等. “三段式”分切烟叶醇化品质差异性比较与分析 [J]. 中国烟草科学, 2011, 32(4):23-27.
- Yan K L, Wu Y, Zeng X Y, et al. Quality difference of aging tobacco leaf by three section cutting [J]. Chinese Tobacco Science, 2011, 32(4):23-27.
- [13] 郑宏斌, 刘江豫, 杜阅光, 等. 浓香型烟叶分切不同段位质量变化研究 [J]. 湖北农业科学, 2014, 53(16):3824-3827.
- Zheng H B, Liu J Y, Du Y G, et al. Quality changes of different cutting segments of robust flavor style flue-cured tobacco leaves [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2014, 53(16):3824-3827.
- [14] 陈 伟, 张 玉, 王根发, 等. 浓香型烟叶分切烟片的综合质量研究 [J]. 郑州轻工业学院学报(自然科学版), 2013, 28(5):26-29.
- Chen W, Zhang Y, Wang G F, et al. Study on the comprehensive quality evaluation of different leaf parts in robust flavor style flue-cured tobacco [J]. Journal of Zhengzhou University of Light Industry(Natural Science Edition), 2013, 28(5):26-29.
- [15] 刘 超, 陈 伟, 杨永锋, 等. 河南浓香型烤烟叶面不同分切区位非挥发性有机酸含量和感官质量的变化 [J]. 中国农业科技导报, 2018, 20(12):128-135.
- Liu C, Chen W, Yang Y F, et al. Variation of non-volatile organic acid contents and sensory evaluation among different sections of robust flavor style flue-cured tobacco leaf of Henan [J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2018, 20(12):128-135.
- [16] 祁 林, 陈 伟, 王 政, 等. 浓香型烟叶不同分切区位石油醚提取物的含量 [J]. 烟草科技, 2014(1):53-55.
- Qi L, Chen W, Wang Z, et al. Contents of petroleum ether extracts in different portions of robust flavor style flue-cured tobacco leaf [J]. Tobacco Science & Technology, 2014(1):53-55.
- [17] 王瑞新. 烟草化学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003:1305-1312.
- Wang R X. Tobacco chemistry [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2003:1305-1312.
- [18] 李 伟, 邓小华, 周清明, 等. 基于模糊数学和 GIS 的湖南浓香型烤烟化学成分综合评价 [J]. 核农学报, 2014, 29(5):946-953.
- Li W, Deng X H, Zhou Q M, et al. GIS and fuzzy mathematics-based chemical components usability of flue-cured tobacco leaves evaluation for strong-flavor type flue-cured tobacco in Hunan [J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2014, 29(5):946-953.
- [19] 杨 杰, 王昌全, 冯广林, 等. 四川凉山烟区红大烟叶化学成分可用性综合评价 [J]. 烟草科技, 2013(11):48-51.
- Yang X, Wang C Q, Feng G L, et al. Comprehensive evaluation of usability of chemical components in Hongda tobacco leaves from Liangshan tobacco growing area in Sichuan [J]. Tobacco Science & Technology, 2013(11):48-51.
- [20] 王育军, 周冀衡, 李 强, 等. 曲靖烟叶化学成分可用性及其对感官评吸质量的影响 [J]. 烟草科技, 2014(11):67-73.
- Wang Y J, Zhou J H, Li Q, et al. Chemical component usability of Qujing tobacco leaves and its influences on sensory quality [J]. Tobacco Science & Technology, 2014(11):67-73.
- [21] 齐永杰, 邓小华, 徐文兵, 等. 基于卷烟品牌原料需求的桂阳烟叶化学成分可用性评价 [J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2017(3):87-94.
- Qi Y J, Deng X H, Xu W B, et al. Analysis of chemical components usability of flue-cured tobacco leaves evaluation in Guiyang based on the material demand of cigarette brand [J]. Journal of Yunnan Agricultural University(Natural Science), 2017(3):87-94.
- [22] 许自成, 黎妍妍, 肖汉乾, 等. 湘南烟区生态因素与烤烟质量的综合评价 [J]. 植物生态学报, 2008(1):226-234.
- Xu Z C, Li Y Y, Xiao H Q, et al. Evaluation of ecological factors and flue-cured tobacco quality in tobacco-growing areas in Southern Hunan, China [J]. Journal of Plant Ecology, 2008(1):226-234.
- [23] 闰克玉, 赵铭钦. 烟草原料科学 [M]. 北京: 科学出版社, 2008:135-154.
- Yan R Y, Zhao M Q. Tobacco material science [M]. Beijing: Science Press, 2008:135-154.
- [24] 李亚伟, 孙楦淑, 许东亚, 等. 豫中不同叶位和成熟度烟叶化学成分的叶片区域分布 [J]. 江西农业学报, 2016, 28(10):41-45.
- Li Y W, Sun W S, Xu D Y, et al. Regional distribution of chemical components within different stem-positions and maturities of leaves of flue-cured tobacco in Central Henan [J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2016, 28(10):41-45.
- [25] 刘国顺. 烟草栽培 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2010:60
- Liu G S. Tobacco plant science [M]. Beijing: Chinese Agricultural Press, 2010:60.
- [26] 郝春玲, 艾复清, 舒中兵, 等. 采收成熟度对红花大金元烤后烟叶钾含量、氯含量及钾氯比的影响 [J]. 河南农业科学, 2010(1):44-46.
- Hao C L, Ai F Q, Shu Z B, et al. Influence of the maturity of the Honghuadajinyuan on the content of calcium, chlorine and the ratio of calcium to chlorine in the leaves after baking [J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2010(1):44-46.
- [27] 叶晓青, 邹 勇, 余志虹, 等. 烤烟氮素积累时空分布及其与植株氮素营养的关系 [J]. 烟草科技, 2013(11):78-81.
- Ye X Q, Zou Y, Yu Z H, et al. Temporal and spatial distribution of N accumulation in flue-cured tobacco plant and its relationship with N nutrition of plant [J]. Tobacco Science & Technology, 2013(11):78-81.