

李瑞丽,刘玉叶,李文伟,等. 烤烟化学成分均衡性及差异性评价[J]. 江苏农业科学,2018,46(22):207-211.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.22.049

烤烟化学成分均衡性及差异性评价

李瑞丽¹, 刘玉叶², 李文伟², 王建民¹, 杜阅光³, 李永正³

(1. 郑州轻工业学院, 河南郑州 450001; 2. 河南中烟工业有限责任公司, 河南郑州 450001;
3. 天昌国际烟草有限公司, 河南许昌 461000)

摘要:为探索烤烟化学成分的均衡性及差异性,检测 87 个河南烤烟样品的 7 项化学成分并进行因子分析、方差分析、聚类及对应分析。结果表明,各项化学成分在产地、部位间表现出的差异程度不同,烟碱、总糖、还原糖、总氮、钾、淀粉含量在部位、产地间均呈显著或极显著差异,氯含量在产地间呈极显著差异;基于样品综合因子得分将河南烤烟烟叶聚为 3 个主组,再按着生部位不同分成 8 个亚组,烤烟综合化学特性以及烟碱、总氮、总糖、还原糖含量在主组间差异较大;河南烤烟的化学特性受产地因素的影响较大;平顶山地区烤烟的化学特性在 3 个主组间的分布最均衡,部位与主组间的对应关系最好,各部位烤烟的化学特性均表现出相应部位的典型特征,而其他地区的烤烟不同程度地存在某些部位的化学特性与相应部位典型特征不一致的情况。

关键词:烤烟;化学成分;因子分析;均衡性;差异性;分组加工;技术保障

中图分类号:S572.01 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)22-0207-04

烟叶原料质量的好坏在很大程度上决定了卷烟产品质量的优劣^[1]。烟叶化学成分作为烟叶质量的重要组成部分,与烟叶外观、物理特性、感官质量及烟气指标等密切相关^[2-9],其含量与比例是决定烟叶质量优劣的内在原因,也是决定烟叶工业可用性的重要因素^[10]。各化学成分之间关系密切,相互影响,且不同产地不同部位间烟叶各化学成分存在不同程度的差异性,因此,相对于各单项指标而言,研究烟叶的综合质量特性更能对烟叶质量进行客观评价^[11-16]。目前关于河南烤烟综合化学特性差异的研究尚未见相关文献报道。因此,通过因子分析和聚类分析研究河南烤烟综合化学特性,并基于综合化学特性研究各类烟叶的特点及产地、部位分布,以期中式卷烟特色工艺中的分组加工提供参考,为合理、充分地利用烟叶资源提供技术保障。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

选取河南省不同植烟县(市、区)2012 年的 87 个烤烟样品(包括 30 个上部叶样品、28 个中部叶样品、29 个下部叶样品)作为试验材料。仪器主要有 AA3 连续流动分析仪(德国 Seal 公司)、THZ-C 型恒温回旋振荡器(太仓市华美生化仪器厂)、分析天平(精确至 0.000 1 g)等。

1.2 试验方法

按照现行行业标准及方法测定烤烟样品的烟碱含量(参照 YC/T 160—2002《烟草及烟草制品 总植物碱的测定 连

续流动法》)、总糖含量和还原糖含量(参照 YC/T 159—2002《烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动法》)、总氮含量(参照 YC/T 161—2002《烟草及烟草制品 总氮的测定 连续流动法》)、钾含量(参照 YC/T 217—2007《烟草及烟草制品 钾的测定 连续流动法》)、氯含量(参照 YC/T 162—2002《烟草及烟草制品 氯的测定 连续流动法》)、淀粉含量(参照 YC/T 216—2007《烟草及烟草制品 淀粉的测定 连续流动法》)。

1.3 数据处理

利用 SPSS 21.0、DPS 7.05、Excel 2010 等软件,通过探索统计分析、简单相关分析、双因素方差分析研究河南烤烟烟叶主要化学成分的分布规律及相关关系;通过因子分析建立综合化学特性模型,基于化学特性综合因子得分进行 K -means 聚类分析,对各聚类别烤烟样品的化学特性进行 LSD 多重比较和对应分析。

2 结果与分析

2.1 河南烤烟化学成分分布的概况统计及简单相关关系

由表 1 可知,河南烤烟烟叶样品中的烟碱含量为 0.97%~4.58%,均值为 2.60%;总糖含量为 20.40%~43.70%,均值为 30.97%;还原糖含量为 18.00%~33.90%,均值为 25.42%;总氮含量为 1.25%~2.40%,均值为 1.88%;钾含量为 0.85%~1.96%,均值为 1.42%;氯含量为 0.10%~2.73%,均值为 0.78%;淀粉含量为 2.16%~11.57%,均值为 6.15%。由变异系数可知,烟叶氯含量数据离散程度最大,其他成分含量离散程度由大到小依次为淀粉、烟碱、总糖、钾、还原糖、总氮。

由表 2 可知,共有 13 对指标间的相关性达到显著或极显著水平,分别是烟碱含量和总糖、还原糖、淀粉含量,总糖含量和总氮、氯含量,还原糖含量和总氮含量,总氮含量和淀粉含量呈极显著负相关关系;烟碱含量和总氮含量,总糖含量和还

收稿日期:2017-06-14

基金项目:郑州轻工业学院博士科研基金(编号:2016BSJJ020);河南中烟工业有限责任公司科技项目(编号:ZN2015036);河南烟草专卖局资助项目(编号:HYKJ201208)。

作者简介:李瑞丽(1978—),女,河南安阳人,博士,副教授,主要从事烟草检测与分析研究。E-mail:lily03091@126.com。

原糖含量,总氮含量和氯含量呈极显著正相关关系;总糖含量和淀粉含量,钾含量和氯含量呈显著正相关关系;还原糖含量

表 1 河南烤烟烟叶化学成分探索统计结果

指标	化学成分含量(%)						
	烟碱	总糖	还原糖	总氮	钾	氯	淀粉
最小值	0.97	20.40	18.00	1.25	0.85	0.10	2.16
最大值	4.58	43.70	33.90	2.40	1.96	2.73	11.57
平均值	2.60	30.97	25.42	1.88	1.42	0.78	6.15
标准偏差	0.81	5.90	3.87	0.25	0.23	0.70	2.37
变异系数	31.22	19.05	15.22	13.10	16.33	90.01	38.60

表 2 河南烤烟化学成分间的简单相关关系

指标	烟碱含量	总糖含量	还原糖含量	总氮含量	钾含量	氯含量	淀粉含量
烟碱含量	1.00						
总糖含量	-0.68 **	1.00					
还原糖含量	-0.56 **	0.74 **	1.00				
总氮含量	0.67 **	-0.80 **	-0.62 **	1.00			
钾含量	-0.20	-0.18	-0.07	0.15	1.00		
氯含量	0.19	-0.48 **	-0.23 *	0.45 **	0.27 *	1.00	
淀粉含量	-0.31 **	0.27 *	0.16	-0.34 **	-0.14	-0.14	1.00

注:“*”表示在 0.05 水平上显著相关;“**”表示在 0.01 水平上显著相关。

表 3 河南烤烟烟叶化学成分的双因素方差分析结果

因变量	方差来源	偏差平方和	自由度	方差	F 值	P 值
烟碱含量	部位	20.70	2	10.35	38.60	0.000
	产地	19.21	31	0.62	2.31	0.004
	误差	14.21	53	0.27		
总糖含量	部位	314.78	2	157.39	12.28	0.000
	产地	1 951.28	31	62.95	4.91	0.000
	误差	679.54	53	12.82		
还原糖含量	部位	206.96	2	103.48	13.60	0.000
	产地	670.88	31	21.64	2.84	0.000
	误差	403.24	53	7.61		
总氮含量	部位	0.55	2	0.28	9.76	0.000
	产地	3.06	31	0.10	3.48	0.000
	误差	1.50	53	0.03		
钾含量	部位	0.22	2	0.11	3.51	0.037
	产地	2.77	31	0.09	2.89	0.000
	误差	1.64	53	0.03		
氯含量	部位	0.20	2	0.10	0.55	0.578
	产地	32.15	31	1.04	5.84	0.000
	误差	9.42	53	0.18		
淀粉含量	部位	26.00	2	13.00	3.42	0.040
	产地	262.03	31	8.45	2.23	0.005
	误差	201.37	53	3.80		

2.2 河南烤烟化学成分的因子分析

2.2.1 提取因子变量 各项化学成分间的相关性较强,Kaiser-Meyer-Olkin(KMO)检验统计量为 0.763,说明适宜进行因子分析^[17]。依据相关系数矩阵,根据累计贡献率大于 80%的原则,利用主成分分析法提取出 4 个因子变量,它们的累计贡献率接近 90%(表 4)。经方差极大法旋转后的因子载荷矩阵(表 5),第 1 因子主要表征的是总糖、还原糖、烟碱、总氮含量,且与总糖含量和还原糖含量呈正相关关系,与烟碱含量和总氮含量呈负相关关系;第 2 因子主要表征氯含量,且与氯含量呈正相关关系;第 3 因子主要表征钾含量,且与钾含量呈正相关关系;第 4 因子主要表征淀粉含量,且与淀粉含量

和氯含量呈显著负相关关系。

由表 3 可知,烟碱、总糖、还原糖、总氮含量在产地和部位间均表现出极显著差异;钾、淀粉含量在部位间表现出显著差异,在产地间表现为极显著差异;氯含量在部位间的差异不显著,在地区间表现出极显著差异。

综合以上分析可知,各项化学成分间存在较强的相关关系,且各化学成分指标在不同产地、部位间均存在较大差异性,因此有必要借助因子分析构建一个能够客观反映烟叶综合化学特性的指标,以探索河南烤烟烟叶综合化学特性变化规律,为烟叶原料的合理利用提供参考。

表 4 提取因子的方差贡献率

因子	特征值	方差贡献率(%)	累计贡献率(%)
1	3.40	48.59	48.59
2	1.27	18.18	66.77
3	0.91	12.94	79.71
4	0.68	9.69	89.40
5	0.36	5.10	94.50
6	0.23	3.28	97.78
7	0.16	2.22	100.00

表 5 因子载荷矩阵

指标	因子			
	1	2	3	4
烟碱含量	-0.787	0.073	-0.365	-0.268
总糖含量	0.875	-0.315	-0.103	0.111
还原糖含量	0.900	0.031	-0.108	-0.047
总氮含量	-0.802	0.334	0.054	-0.234
钾含量	-0.039	0.141	0.963	-0.088
氯含量	-0.208	0.953	0.138	-0.040
淀粉含量	0.154	-0.045	-0.078	0.971

呈正相关关系。

2.2.2 构建综合因子变量 由因子得分系数矩阵(表 6)得到 4 个因子的表达式(公式 1 至公式 4)。将各因子的方差贡献率进行归一化处理,得到各因子权重分别为 0.544、0.203、0.145、0.108,进而建立综合因子得分表达式,即公式 5。

$$F_1 = -0.260x_1^* + 0.301x_2^* + 0.450x_3^* - 0.231x_4^* - 0.041x_5^* + 0.186x_6^* - 0.136x_7^* ; \tag{1}$$

$$F_2 = -0.058x_1^* - 0.067x_2^* - 0.336x_3^* + 0.120x_4^* - 0.137x_5^* + 1.002x_6^* + 0.066x_7^* ; \tag{2}$$

$$F_3 = -0.329x_1^* - 0.076x_2^* - 0.195x_3^* + 0.008x_4^* + 0.901x_5^* - 0.130x_6^* - 0.014x_7^* ; \tag{3}$$

表 6 因子得分系数矩阵

指标	因子			
	1	2	3	4
烟碱含量	-0.260	-0.058	-0.329	-0.138
总糖含量	0.301	-0.067	-0.076	-0.088
还原糖含量	0.450	0.336	-0.195	-0.241
总氮含量	-0.231	0.120	0.008	-0.059
钾含量	-0.041	-0.137	0.901	-0.014
氯含量	0.186	1.002	-0.130	0.058
淀粉含量	-0.136	0.066	-0.014	0.977

$$F_4 = -0.138x_1^* - 0.088x_2^* - 0.241x_3^* - 0.059x_4^* - 0.014x_5^* + 0.058x_6^* + 0.977x_7^* ; \quad (4)$$

$$F = -0.216x_1^* + 0.130x_2^* + 0.259x_3^* - 0.107x_4^* + 0.079x_5^* + 0.292x_6^* + 0.043x_7^* 。 \quad (5)$$

式中： F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 分别表示 4 个主因子得分； F 表示综合因子得分； $x_1^* \sim x_7^*$ 分别表示烟碱、总糖、还原糖、总氮、钾、氯、

表 7 不同主组及亚组烟叶的产地分布

主组	亚组	数量	产地
1	B1	13	平顶山(汝州、宝丰、叶县、郑县)、南阳(社旗)、商丘(睢阳)、驻马店(泌阳)、许昌(禹州、许昌县)、漯河(临颍)、郑州(登封)、信阳(罗山)、周口(商水)
1	C1	5	漯河(郾城、临颍)、驻马店(遂平)、周口(鹿邑、商水)
1	X1	4	漯河(郾城、临颍、舞阳)、周口(商水)
2	B2	17	漯河(郾城、舞阳)、驻马店(遂平、确山)、商丘(柘城、虞城)、洛阳(嵩县、洛宁、汝阳、伊川、宜阳)、三门峡(陕县、渑池、灵宝、卢氏)、许昌(襄县)、周口(鹿邑)
2	C2	8	南阳(社旗)、驻马店(泌阳、确山)、许昌(禹州、许昌县、襄县)、平顶山(叶县、郑县)
2	X2	8	平顶山(汝州)、驻马店(泌阳、确山)、许昌(禹州、襄县)、三门峡(陕县)、洛阳(汝阳)、郑州(登封)
3	C3	15	平顶山(宝丰)、商丘(睢阳、柘城、虞城)、三门峡(陕县、渑池、灵宝、卢氏)、漯河(舞阳)、洛阳(洛宁、汝阳、伊川、宜阳)、南阳(邓州)、郑州(登封)
3	X3	17	平顶山(宝丰、郑县、叶县)、许昌(许昌县)、驻马店(遂平)、洛阳(嵩县、洛宁、伊川、宜阳)、三门峡(渑池、灵宝、卢氏)、南阳(邓州)、周口(郸城、鹿邑)、商丘(虞城)、信阳(罗山)

由表 8 可知,不同主组烟叶之间的综合因子得分以及烟碱、总糖、还原糖、总氮含量差异极显著,钾、氯含量差异不显著,淀粉含量仅在第 1 主组和第 3 主组间差异显著;随着组级的升高,综合因子得分增大,烟碱、总氮含量降低,总糖含量和还原糖含量升高。由表 9 可知,相同主组内不同部位烟叶的综合因子得分差异不显著,除第 1 主组内上部叶与下部叶、第 2 主组内上部叶、中部叶与下部烟叶的烟碱含量差异显著外,相同主组内不同部位烟叶的各项化学成分含量差异均不显著。

综合多重比较结果可以发现,依据烟叶综合化学特性对其进行分组,可以兼顾部位和产地因素的影响,使得同一主组内烟叶的综合化学特性最为接近。由综合因子得分的含义可

淀粉含量的标准化数据(均值为 0,方差为 1)。可利用化学特性综合因子得分评价烟叶样品综合化学特性的均衡性,且综合因子得分越接近于 0,各化学成分指标值越接近于平均水平,表示烟叶样品的综合化学特性越均衡。当综合因子得分为正时,得分越高,则综合化学特性越差,表现为在某个或某些化学成分方面优势突出;当综合因子得分为负时,得分越低,则综合化学特性越差,表现为在某个或某些化学成分方面缺点明显。因此,利用综合因子既可评判综合化学特性的均衡性,又可分析差异性,有利于烟叶资源的合理利用。

2.3 河南烤烟综合化学特性统计分析

2.3.1 聚类分析 基于各样品化学成分综合因子得分进行 K-means 聚类分析,烟叶样品被聚为 3 个主组(表 7)。在同一主组内按烟叶着生部位不同划分亚组,其中 B1、B2、B3 分别表示第 1、2、3 主组的上部叶,C1、C2、C3 分别表示第 1、2、3 主组的中部叶,X1、X2、X3 表示第 1、2、3 主组的下部叶。第 3 主组中没有上部叶样品,因此,共形成 8 个亚组。

知,第 2 主组内烟叶化学成分的均衡性最好,表现为烟碱、总糖、还原糖、总氮含量平均值接近全部样品的平均水平,还原糖含量/烟碱含量、总糖含量/总氮含量比较适中,平均值分别为 9.2、16.0。第 1、3 主组内烟叶化学成分的均衡性较差,其中第 1 主组内烟叶的烟碱、总氮含量平均值高于全部样品的平均值,总糖、还原糖含量平均值低于全部样品的平均值,还原糖含量/烟碱含量、总糖含量/总氮含量平均分别为 6.1、11.9;第 3 主组内烟叶的烟碱含量、总氮含量平均值低于全部样品的平均值,总糖含量、还原糖含量平均值高于全部样品的平均值,还原糖含量/烟碱含量、总糖含量/总氮含量平均分别为 15.6、21.0。

表 8 不同主组各化学成分及化学成分综合因子得分的均值和多重比较结果

主组	综合因子得分	烟碱含量 (%)	总糖含量 (%)	还原糖含量 (%)	总氮含量 (%)	钾含量 (%)	氯含量 (%)	淀粉含量 (%)
1	-0.792cC	3.458aA	25.004cC	21.118cC	2.103aA	1.381aA	0.734aA	5.369bA
2	-0.079bB	2.779bB	30.352bB	25.512bB	1.895bB	1.381aA	0.790aA	5.893abA
3	0.625aA	1.816cC	35.713aA	28.275aA	1.705cC	1.482aA	0.814aA	6.959aA

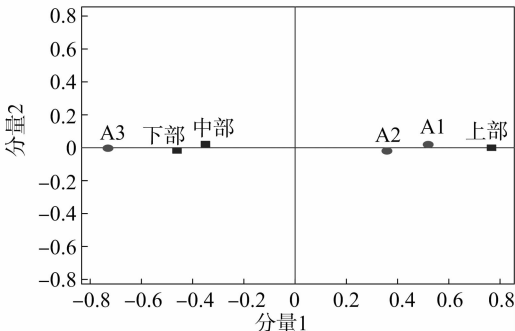
注:同列数据后不同大、小写字母表示组间均值差在 0.01、0.05 水平上差异显著。下表同。

2.3.2 各主组烤烟的部位及产地分布 根据聚类分析结果(表 7)分别统计不同主组内烟叶的部位分布和产地分布并进行对应分析(图 1、图 2),结果表明,3 个主组间烟叶的部位和

产地分布规律均较明显。由图 1 可知,第 1、2 主组以上部叶为主,第 3 主组以中、下部烟叶为主。由图 2 可知,如果不考虑样品数量较少的信阳、郑州、南阳地区的烟叶,漯河、周口地

表 9 不同亚组各化学成分及化学成分综合因子得分的均值和多重比较结果

主组	亚组	综合因子得分	烟碱含量 (%)	总糖含量 (%)	还原糖含量 (%)	总氮含量 (%)	钾含量 (%)	氯含量 (%)	淀粉含量 (%)
1	B1	-0.816cC	3.631aA	24.908cC	20.815cC	2.122aA	1.415abA	0.843aA	5.169bA
	C1	-0.701cC	3.358abA	26.480bcBC	22.280cBC	2.040abAB	1.274bA	0.594aA	6.576abA
	X1	-0.831cC	3.023bAB	23.475cC	20.650cC	2.118abAB	1.405abA	0.553aA	4.513bA
2	B2	-0.141bB	2.994bB	30.647bB	25.182bB	1.897bB	1.325bA	0.851aA	6.129abA
	C2	-0.044bB	2.895bB	29.200bBC	26.675abAB	1.936bAB	1.386abA	0.829aA	6.565abA
	X2	0.021bB	2.205cC	30.875bB	25.050bcB	1.850bcBC	1.494abA	0.620aA	4.720bA
3	C3	0.704aA	1.919cdC	35.893aA	28.460aA	1.637cC	1.464abA	0.965aA	7.108aA
	X3	0.557aA	1.726dC	35.553aAB	28.112aA	1.765cBC	1.497aA	0.682aA	6.828abA



A1、A2、A3指的是第1、2、3主组。下同
图1 对主组烟叶在部位间分布的对应分析

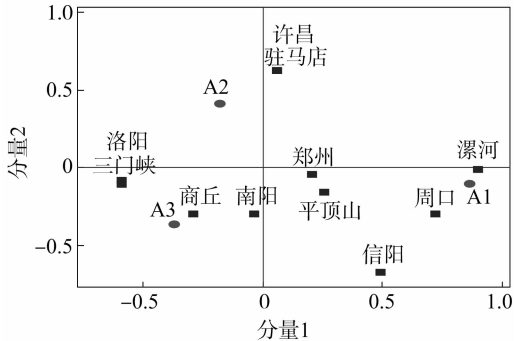


图2 对主组烟叶在产地间分布的对应分析

区的烟叶主要出现于第1主组;许昌、驻马店地区的烟叶主要出现于第2主组;商丘、洛阳、三门峡地区的烟叶主要出现于第3主组;平顶山地区的烟叶在3个主组中分布较均衡。

综合各主组内烟叶的化学特性、部位和产地分布可知,平顶山地区的烟叶在3个主组间分布较均衡,且上、中、下部烟叶主要出现于第1、2、3主组内;上、中、下部位烟叶的还原糖含量/烟碱含量和总糖含量/总氮含量平均分别为6.2和11.6、9.1和13.8、13.9和17.6,与各主组的平均值对应关系较好,说明该地区各部位烟叶的化学特性差异明显且能较好地表达部位特征。漯河、周口2地区的烟叶大部分出现于第1主组内,上、中、下部烟叶的还原糖含量/烟碱含量和总糖含量/总氮含量平均分别为7.0和14.5、7.5和13.9、10.0和13.6,各部位烟叶的总糖含量/总氮含量均接近中部叶,中部叶的还原糖含量/烟碱含量接近上部叶、下部叶。许昌、驻马店地区的烟叶主要出现于第2主组内,上、中、下部位烟叶的还原糖含量/烟碱含量和总糖含量/总氮含量平均分别为6.6和12.6、8.6和14.9、10.7和15.1,下部叶的化学特性更接近中部叶。洛阳、三门峡、商丘地区烟叶主要出现于第3主组

内,其中洛阳、三门峡地区烟叶的化学特性较接近,上、中、下部位烟叶的还原糖含量/烟碱含量和总糖含量/总氮含量平均分别为9.8和18.8、15.7和26.2、16.1和23.0,上部叶和中部叶特征均不明显;商丘地区上、中、下部位烟叶的还原糖含量/烟碱含量和总糖含量/总氮含量平均分别为5.2和10.4、15.8和15.3、13.0和11.1,中、下部位烟叶特征不明显。

3 结论与讨论

河南烤烟的烟碱、总糖、还原糖、总氮、钾、淀粉含量在部位、产地间均存在显著或极显著差异,氯含量在产地间存在极显著差异,且各项化学成分间存在着较强的相关性,这为把握河南不同产地、部位烤烟化学特性的变化规律造成了较大困难。利用因子分析方法构建反映烟叶综合化学特性的因子变量,并根据因子变量进行聚类分析,有利于从产地、部位2个方面综合研究烤烟化学特性的变化规律。

基于化学成分综合因子得分和烟叶着生部位将河南烤烟聚为3个主组、8个亚组,并对各组烤烟的综合化学特性、各项化学指标进行多重比较分析,结果表明,差异主要表现在主组之间,各主组间的差异主要表现在综合化学特性以及烟碱、总氮、总糖、还原糖含量上。其中第1主组烤烟的还原糖含量/烟碱含量为6.1、总糖含量/总氮含量为11.9,主要表现为上部烤烟的化学特征;第2主组烤烟的还原糖含量/烟碱含量为9.2、总糖含量/总氮含量为16.0,主要表现为中部烤烟的化学特征;第3主组烤烟的还原糖含量/烟碱含量为15.6、总糖含量/总氮含量为20.9,主要表现为下部烤烟的化学特征。

聚类分析结果表明,相同主组内不同部位的烤烟产地不同,但化学特性却相近,如某些产地烤烟的上部叶化学特性与其他产地的中部叶甚至下部叶接近,说明河南烤烟的化学特性受产地因素的影响很大,不能简单地按照部位加以区分。另外,同一产地不同部位的烤烟集中出现于同一主组内,化学特性接近,即相同产地不同部位的烤烟在化学特性上未表现出应有的差异性。

产地与主组间的对应分析结果表明,平顶山地区烤烟的化学特性在3个主组间的分布最均衡,部位与主组间的对应关系最好,各部位烤烟的化学特性均表现出相应部位的典型特征;漯河和周口地区烤烟主要集中于第1主组内,许昌、驻马店地区烤烟主要集中于第2主组内,商丘、洛阳、三门峡地区烤烟主要集中于第3主组内,上述地区的烤烟不同程度地存在某些部位的化学特性与相应部位典型特征不一致的情况。

王照琪,冯蕊,仲崇山,等.不同冷等离子处理对鲜切猕猴桃保鲜效果的影响[J].江苏农业科学,2018,46(22):211-214.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.22.050

不同冷等离子处理对鲜切猕猴桃保鲜效果的影响

王照琪,冯蕊,仲崇山,孙小燕,关新星,杨波

(中国农业大学信息与电气工程学院,北京 100083)

摘要:以鲜切猕猴桃为试材,研究介质阻挡放电、滑动电弧放电形成的冷等离子体液相或气相处理对猕猴桃果实外观、可滴定酸含量、可溶性固形物含量及硬度的影响,并分析其对鲜切猕猴桃果实的保鲜作用。结果表明,鲜切猕猴桃经介质阻挡放电或滑动电弧放电形成的冷等离子体液相或气相处理,其外观保持在 72 h 以上;等离子体液相或气相处理对鲜切猕猴桃有较好的保鲜效果,其较为适宜的参数为放电电源 25 kV、8 kHz,处理时间为 15 min。

关键词:冷等离子体;介质阻挡;滑动电弧;保质期;保鲜效果;猕猴桃

中图分类号:TS255.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)22-0211-04

在环保、可行性上,化学、生物技术应用于果蔬保鲜存在一定劣势,而以等离子技术为基础的物理方法则显现出较强的优势,既对果蔬有一定的生理调控作用,又对病害有一定的抑制和防治作用。等离子体是不同于固体、液体和气体的物质第四态,高频电场通过无声放电可以产生等离子气流,使高能分子与工作气体分子碰撞发生一系列物理、化学反应,并将气体激活生成抗微生物的活性自由基粒子以撞击、杀灭果蔬表面附着的细菌等微生物,同时可与微生物发生氧化反应产生 CO_2 和 H_2O ,抑制微生物的呼吸作用,延长果蔬保鲜时间^[1-3]。

收稿日期:2017-06-19

基金项目:教育部基本科研业务费项目(编号:2016jk005)。

作者简介:王照琪(1997—),女,吉林白山人,从事等离子研究。

E-mail:seven3895qq@cau.edu.cn。

通信作者:仲崇山,博士,副教授,从事等离子、脉冲电场应用研究。

E-mail:czhong25@uwo.ca。

低温等离子体对残留农药的降解效果尤为显著,同时可清除乙烯、乙醇等会对果蔬保鲜效果造成不利影响的代谢物,诱导果蔬气孔减小,降低果蔬呼吸作用强度,对细菌、真菌类病害有较强的防除作用,对病毒的增殖也有一定的抑制作用^[4-6]。目前,对低温等离子技术在果蔬保鲜方面的研究相对较多。Kim 等研究证实,冷等离子技术在水果保鲜方面能够发挥作用^[7-8];Lee 等研究发现,低温等离子处理是一种有效的非热能食品加工手段,对果蔬保鲜有积极作用^[9];Ramazzina 等研究表明,冷等离子处理可以有效延缓鲜切猕猴桃的腐败时间^[10];Tappi 等研究证明,使用低温等离子技术处理哈密瓜、菊苣切片等材料,与对照相比,试验组的储存时间明显变长,而品质及外观变化十分微小,几可忽略^[11-15];冯磊等对刺五加、刺嫩芽的研究表明,等离子低温处理的最佳保鲜条件为预冷 2 h、等离子浓度 2 psc、臭氧浓度 15%、温度 3 ℃^[16]。国内外研究现状表明,低温等离子技术发展速度很快,潜在市场巨大,但技术手段尚不成熟,仍处于试验研究阶段,在果蔬保鲜的市场化应用方面还存在很大的改善

参考文献:

- [1]尹启生,陈江华,王信民,等.2002 年度全国烟叶质量评价分析[J].中国烟草学报,2003,9(增刊1):59-70.
- [2]邓小华,周冀衡,陈新联,等.烟叶质量评价指标间的相关性研究[J].中国烟草学报,2008,14(2):1-8.
- [3]汤朝起,王平,窦玉青,等.河南烤烟主要化学成分与吸食品质的关系[J].中国烟草科学,2009,30(5):41-45,49.
- [4]冉法芬,许自成,李东亮,等.我国主产烟区烤烟钾、氯、钾氯比与吸食质量的关系分析[J].西南农业学报,2010,23(4):1147-1150.
- [5]过伟民,蔡宪杰,魏春阳,等.豫中浓香型烤烟感官质量与部分质量指标的关系[J].烟草科技,2010(6):22-27.
- [6]邓小华,周清明,周冀衡,等.烟叶质量评价指标间的典型相关分析[J].中国烟草学报,2011,17(3):17-22.
- [7]王冬,赵铭钦,张学杰,等.烤烟物理特性与化学成分的相关及逐步回归分析[J].中国农业大学学报,2010,15(6):52-58.
- [8]赵莉.烤烟红花大金元不同晾置及采收方式对上部叶品质的影响[D].郑州:河南农业大学,2013.
- [9]王小翠,喻奇伟,符云鹏,等.毕节烟区烤烟化学成分、感官质量及其相关性研究[J].河南农业科学,2012,41(6):58-61,64.
- [10]黎根,毕庆文,汪健,等.烤烟主要化学成分与烟叶品质关系研究进展[J].河北农业科学,2007,11(6):6-9,41.
- [11]杨威,张强,董高峰,等.昭通烤烟主要物理特性的因子分析和综合评价[J].湖北农业科学,2014,53(5):1078-1082.
- [12]李瑞丽,张保林,王建民,等.河南烤烟综合物理特性的因子分析及规律性研究[J].中国烟草学报,2014,20(6):90-96.
- [13]于建军,杨寒文,毕庆文,等.烤烟酸性成分的因子分析及综合评价[J].浙江农业科学,2009(3):629-632.
- [14]马云明,王伟宁,王冰莹,等.云南烤烟主要化学成分因子分析与综合评价[J].安徽农业科学,2011,39(29):18247-18249.
- [15]焦敬华,陈晓波.辽宁烟区烤烟化学成分的综合评价[J].江西农业学报,2011,23(9):1-4.
- [16]李葆,刘春奎,闫启峰,等.湖北恩施烟区烤烟化学成分特点及综合评价[J].江西农业学报,2010,22(5):12-14,18.
- [17]余建英,何旭宏.数据统计分析与 SPSS 应用[M].北京:人民邮电出版社,2003.