

支瑞聪,高鸣旋,谢永辉,等. 烤烟颜色地域性多因素差异分析[J]. 江苏农业科学,2019,47(22):226-230.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.22.053

烤烟颜色地域性多因素差异分析

支瑞聪¹,高鸣旋¹,谢永辉²,刘正玲²,王亮²,史波林³,周恒²

(1. 北京科技大学计算机与通信工程学院/北京市材料科学知识工程重点实验室,北京 100083;

2. 云南省烟草公司昆明市公司,云南昆明 650051; 3. 中国标准化研究院食品与农业标准化研究所,北京 100191)

摘要:为明确昆明烤烟烟叶颜色的区域分布特征以及土壤和海拔因素对烤烟颜色的影响,采用比例阈值法提取烤烟烟叶表面的颜色值,并将计算机视觉和多元统计分析等技术手段应用于颜色数字化表征的分析过程中,以量化的形式反映不同因素下烤烟烟叶的颜色差异性。结果表明:(1)不同地区的烤烟颜色之间存在显著差异性且南北部之间的差异较大;(2)同一地区部分布点(乡镇种植区)的烤烟颜色之间有较强的相似性,同一部位不同布点的烤烟烟叶表面颜色特征大多可划分为不同的 3 类;(3)不同海拔以及不同土壤类型烤烟烟叶表面的颜色均有显著差异,烤烟烟叶的 H (色调)值和 V (亮度)值随海拔的增加而增加,同时 H 颜色值受土壤类型的影响也较大,表现为在紫色土中的烤烟烟叶 H 颜色值最大。研究结果可为进一步掌握昆明烤烟烟叶的颜色特征和工业化生产提供数据资料,且有助于了解各种因素对昆明烤烟颜色的影响。

关键词:烤烟颜色;区域分布;海拔;土壤;差异性分析;聚类分析

中图分类号: S572.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)22-0226-04

烤烟烟叶颜色是指同一类型的烟叶经调制后烟叶的色彩、色泽饱和度和色值的状态。烤烟烟叶颜色形成的过程也是其内部化学物质转化的过程,烟叶内部各种色素的比例大小决定了烟叶颜色的深浅^[1]。烟叶内部色素的分解和多种化学成分分解是相互伴随着进行的,因此烟叶的颜色差异也是烟叶内部化学成分分解程度和不同含量的反映。也就是说,颜色不同的烟叶,其内部化学成分、烟气质量和物理特性是有很大的差异的,因而它们的质量特点也是不相同的,伴随着质量特点的不同,烤烟颜色也呈现出一定的规律性,这正是烟叶按照颜色分组的依据^[2-3]。目前关于烤烟颜色的研究也较多,但大多基于对烤烟颜色化学物质的研究,颜色光谱特征的相关应用和以颜色特征为参数实现烤烟烟叶自动化分组分级的相关技术研究。如针对烤烟烟叶表面颜色与烟碱、还原糖、总氮等化学成分的相关性研究^[4-9]、烤烟烟叶表面颜色与颜色色素含量的关系^[10-11]、应用近红外光谱技术对烤烟颜色的相关研究^[12-15]和以烤烟颜色为特征参数利用支持向量机、K 最近邻和神经网络等算法实现烤烟烟叶的自动分组分级^[16-18]研究等。另外,近年来还开展了有关烤烟表面颜色的差异性研究^[19-20],但针对烤烟烟叶颜色特征值的量化分析仍相对比较匮乏。

近年来,随着现代农业的发展,烟草产业逐渐走向规模化、信息化、专业化,而对于烟叶颜色的判断仍然需要人工主

观判断,如果能够实现对颜色量化测定的数字标准化,则可以通过数字化分析颜色的变化来判断其分组类别和成熟度等,烘烤工艺也会更加的科学化、合理化,同时使烟叶的分组分级更加精确,从而有利于优质烟叶的生产。另一方面,随着计算机技术的发展,计算机视觉和多元统计分析等技术手段在烟叶颜色分析中的应用也成为趋势。昆明烟区具有较特殊的生态气候条件,其主要种植区海拔较高(1 300~2 200 m),烟区生长中后期降雨多、水分充足,成熟期日照时数减少、阴天数增多、平均气温相对降低,促使昆明地区烤烟烟叶表征颜色具有独特性。为进一步掌握昆明烤烟烟叶的颜色特征,为工业生产提供数据资料,本研究应用比例阈值法提取了烤烟烟叶的颜色特征值,并通过方差分析、聚类分析、可视化分析等方法探讨了不同地区、不同土壤、不同海拔因素下烤烟数字化颜色特征值的差异性和相似性,为进一步分析烤烟烟叶的质量提供了新的思路。

1 材料与方法

1.1 仪器设备及样本信息

选取昆明产区 2016 年 K326 品种的烤烟烟叶样品,该品种的种植区包括 23 个布点(乡镇种植区)所属寻甸、石林、宜良、禄劝、安宁五大烟草种植区,其中寻甸地区包含 7 个乡镇(镇)产区,记为布点 1~7,石林地区包含 6 个乡镇(镇)产区,记为布点 8~13,宜良地区包含 4 个乡镇(镇)产区,记为布点 14~17,禄劝地区包含 5 个乡镇(镇)产区,记为布点 18~22,安宁地区包含 1 个乡镇(镇)产区,记为布点 23。每个布点包括上、中、下 3 个部位(字母 B、C、X 分别代表烟叶的上、中、下部)的烤烟烟叶,且每个部位中都有各个档级的 5 张烟叶样品。为降低烤烟烟叶样品采集过程中的失真性,提高图像的分辨率和采集效率,本研究运用针对烤烟烟叶定制的图像采集装置 Microtek 扫描仪在恒温恒湿的环境下完成图像采集工作。

收稿日期:2018-07-13

基金项目:国家重点研发计划(编号:2017YFD0400100);国家自然科学基金(编号:61673052);云南省烟草公司科技计划(编号:2016YN02)。

作者简介:支瑞聪(1983—),女,河北石家庄人,博士,副教授,主要从事模式识别、情感分析、生物特征识别、感官分析等研究。

E-mail:zhirc_research@126.com。

1.2 方法

数据提取方法:本研究采用中值滤波技术对烤烟烟叶的图像进行去噪处理并采用阈值分割法对烟叶叶片部分进行检测和提取。同时,本研究采用比例阈值(阈值设置为 2/3)法提取烤烟烟叶。比例阈值法是一种提取烟叶颜色特征值的数字化表征方法,该方法通过计算烤烟烟叶各颜色值的频率并按所设阈值范围来提取叶片代表性颜色的特征值。比例阈值法克服了以往利用色差仪进行取点测色的局限性,降低了利用均值法提取颜色特征值时颜色异常点产生的影响。

数据统计分析:方差分析、聚类分析、可视化分析。本研究针对对不同因素对烤烟颜色的影响,采用方差分析法来分析各因素之间的差异性规律并通过系统聚类的方法分析在哪些因素的影响下原有的分类可以进一步重新规划或者对原有分类的正确性提供进一步的理论依据,同时应用可视化方法直观地显示在影响因素下呈现的特征规律。

2 结果与分析

2.1 基于不同地区对烤烟烟叶的颜色分析

根据本试验所提取的颜色数据,应用方差分析和聚类分析 2 种方法探索昆明市寻甸、石林、宜良、禄劝、安宁 5 个地区烤烟烟叶数字化颜色信息的差异化规律。表 1 为方差分析后多重比较的结果,可以看出,烤烟烟叶表面颜色特征参数在不同的种植区域间存在一定的差异性,色调指数 H 均值以禄劝地区的最高(0.120),其次是寻甸地区(0.119),石林和宜良地区的最低(0.117),说明禄劝地区烤烟表面的黄色特征比其他地区明显。在显著性水平 0.05 下,寻甸和禄劝地区的色调指数 H 均与其他 3 个地区之间存在显著性的差异。饱和度指数 S 均值以寻甸地区的最高,在显著性水平 0.05 下,除石林和禄劝地区之间的 S 值没有显著性差异,其他地区之间均存在显著性的差异。在显著性水平 0.05 下,寻甸地区的亮度参数 V 除与安宁地区不存在显著性差异外,与其他 3 个地区之间均存在显著性的差异,安宁地区的 V (亮度)值只与石林和宜良地区之间存在显著性的差异。综合分析结果采用基于地图的可视化方法来展现不同地区之间的差异化,图 1 是昆明市县级地图,使用同一色系不同的深浅程度填充寻甸、石林、宜良、禄劝、安宁 5 个地区来表示不同地区之间的差异程度,即用颜色深浅程度来反映地区间烤烟颜色数字化特征值的差异程度。图 1 中显示寻甸、禄劝、安宁、宜良、石林 5 个地区的烤烟烟叶颜色都存在明显差异,但差异程度不同,寻甸和安宁地区差异性最大,而宜良和安宁地区的差异性较小,总的来说南北地区烤烟表面颜色差异较大。

2.2 基于不同布点对烤烟烟叶的颜色分析

根据烟叶分组标准中的部位因素,基于不同部位对烤烟表面颜色展开进一步讨论。首先采用方差分析方法对寻甸、石林、宜良、禄劝 4 个地区(安宁地区只有 1 个布点样品,不作分析)3 个部位不同布点之间的差异性进行分析。通过多因变量方差分析可以得出,寻甸上部不同布点之间烤烟颜色存在显著性差异($F_{(6,85)} = 7.701, P = 0.000 < 0.05$),中部不同布点之间烤烟颜色存在显著性差异($F_{(5,116)} = 9.638, P = 0.000 < 0.05$),下部不同布点之间烤烟颜色也存在显著性差异($F_{(6,104)} = 7.786, P = 0.000 < 0.05$);类似的,石林上部不同

表 1 不同地区的烤烟表面颜色数字化特征值

种植区	H (色调)	S (饱和度)	V (亮度)
寻甸	0.119a	0.621a	0.848a
石林	0.117b	0.609ab	0.833b
宜良	0.117b	0.586b	0.834b
禄劝	0.120a	0.610ab	0.846ab
安宁	0.118b	0.564c	0.852a

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平有显著性差异。



图 1 不同地区烟叶颜色差异性

布点之间烤烟颜色存在显著性差异($F_{(5,84)} = 8.479, P = 0.000 < 0.05$),中部不同布点之间烤烟颜色存在显著性差异($F_{(5,89)} = 5.850, P = 0.000 < 0.05$),下部不同布点之间烤烟颜色也存在显著性差异($F_{(6,84)} = 8.279, P = 0.000 < 0.05$);宜良上部不同布点之间烤烟颜色存在显著性差异($F_{(3,40)} = 10.578, P = 0.000 < 0.05$),中部不同布点之间烤烟颜色存在显著性差异($F_{(3,58)} = 13.151, P = 0.000 < 0.05$),下部不同布点之间烤烟颜色也存在显著性差异($F_{(3,46)} = 4.546, P = 0.000 < 0.05$);禄劝上部不同布点之间烤烟颜色存在显著性差异($F_{(3,62)} = 9.911, P = 0.000 < 0.05$),中部不同布点之间烤烟颜色存在显著性差异($F_{(4,63)} = 10.608, P = 0.000 < 0.05$),下部不同布点之间烤烟颜色也存在显著性差异($F_{(4,70)} = 13.550, P = 0.000 < 0.05$)。这些结果表明,在 0.05 的显著性水平下,同一种植区同一部位下的不同布点烤烟表面颜色均存在显著的差异性。为了使不同布点之间的差异与联系能够更加直观地显示,本研究采用基于箱线图的可视化方法作进一步的分析。图 2 为 4 个地区上部不同布点之间烤烟表面颜色值的展示,图中横坐标表示各个布点,纵坐标表示烤烟烟叶表面颜色的特征值。图 2 直观地显示出各个布点烤烟烟叶表面颜色数字化特征值的最大、最小、平均值等信息,同时可以根据显示直观地判断各布点之间的差异与联系。例如,寻甸上部布点 3 的颜色值被包含在布点 1 中,说明 2 个布点之间有较大的相似性;而布点 4 却和布点 1 的颜色值无论从最大值、最小值还是平均值来看都相差较大,说明布点 4 和布点 1 之间存在较大的差异性。

综合方差分析、可视化分析的结果表明,昆明市寻甸、石

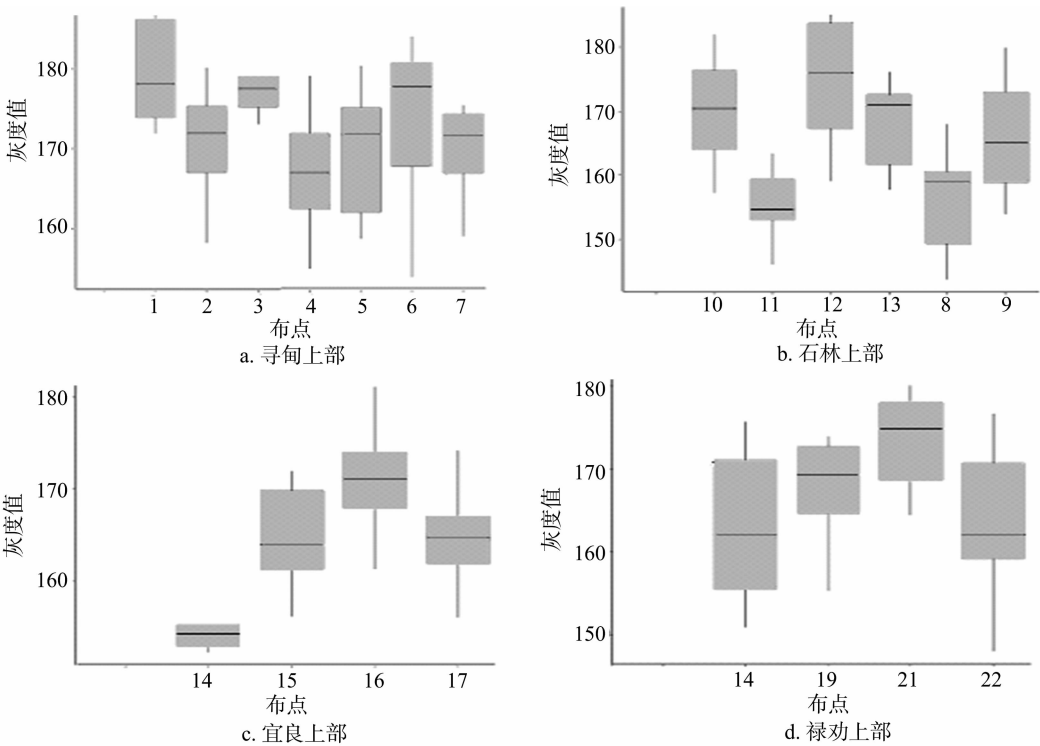


图2 昆明各地区上部不同布点的箱线图

林、宜良、禄劝、安宁 5 个地区之间都存在显著性的差异,且在考虑不同部位的影响下各地区不同布点之间也存在着相似性和差异性,最终整合分析结果并根据聚类结果将布点之间进一步归整分类(表 2)。

表 2 各地区不同布点的综合聚类结果

地区名称	部位	类别			
		第 1 类	第 2 类	第 3 类	第 4 类
寻甸	上部	布点 2、布点 4、布点 5、布点 6	布点 1、布点 3	布点 7	
	中部	布点 2、布点 4	布点 1、布点 5	布点 3、布点 7	
	下部	布点 2、布点 3、布点 7	布点 1、布点 6	布点 5	布点 4
石林	上部	布点 10、布点 12、布点 13	布点 8、布点 11	布点 9	
	中部	布点 8、布点 9、布点 11	布点 12、布点 13	布点 10	
	下部	布点 10、布点 9、布点 13	布点 11、布点 12	布点 8	
宜良	上部	布点 16、布点 17	布点 14	布点 15	
	中部	布点 14、布点 17	布点 15	布点 16	
	下部	布点 16、布点 17	布点 14	布点 15	
禄劝	上部	布点 19、布点 22	布点 18	布点 21	
	中部	布点 18、布点 22	布点 20、布点 21	布点 19	
	下部	布点 18、布点 20、布点 21	布点 19、布点 22		

2.3 基于不同海拔对烤烟烟叶的颜色分析

通过方差分析、可视化分析来探究不同海拔对烤烟烟叶表面颜色的影响。结果表明:在不同海拔种植的烤烟烟叶表面颜色存在显著性差异($F_{(2,323)} = 7.620, P = 0.000 < 0.005$)。图 3 采用雷达图的可视化方法来分析不同海拔对烤烟表面颜色值的影响。可以看出同一部位海拔越高,烤烟颜色 H 参数值和 V 参数值越大,说明海拔越高黄色特征越明显;而海拔对中部烤烟烟叶的 S 饱和度值没有显著的差异性,上部和下部显示海拔为 1 650 ~ 1 850 m 时烤烟颜色 S 参数值最低,说明随着海拔降低,烤烟颜色饱和度也逐渐降低。

2.4 基于不同土壤类型对烤烟烟叶的颜色分析

方差分析的结果表明,在不同土壤类型中种植的烤烟烟

叶表面颜色存在显著的差异性($F_{(2,341)} = 6.463, P = 0.000 < 0.005$)。不同土壤类型中种植的烤烟烟叶特征值变化如图 4 所示,可以看出在紫色土中生长的烤烟样品无论从上部、中部还是下部来看 H 色调值都达到了最大,而 S 饱和度值相对最小;烤烟烟叶表面的 H 色调值受土壤类型的影响较大,而上部和下部 3 种类型土壤的 V 亮度值之间没有显著的差异性,中部不同土壤的 V 亮度值存在一定的差异性。

3 结论与讨论

(1) 方差分析、聚类分析、可视化分析可在一定程度上反映昆明不同地区的烤烟烟叶颜色存在显著的差异。寻甸地区和禄劝地区都地处云南省昆明市的北部,二者的烤烟烟叶颜

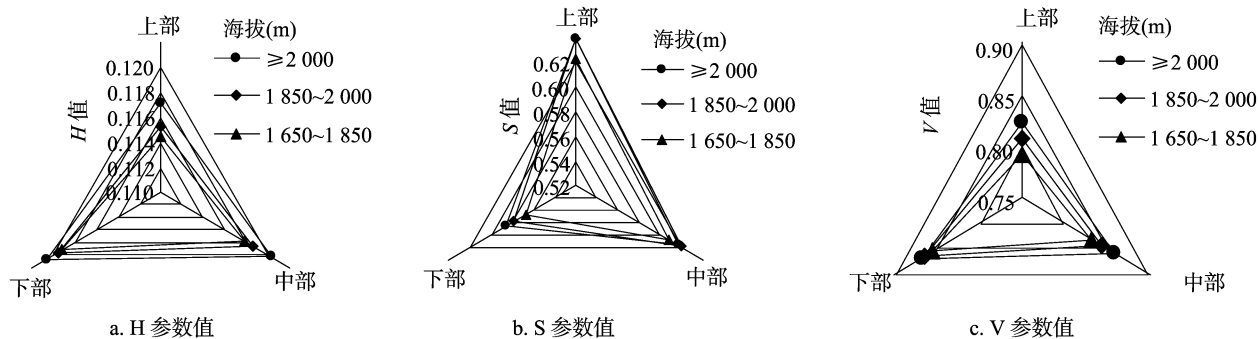


图3 不同海拔烤烟颜色的可视化分析

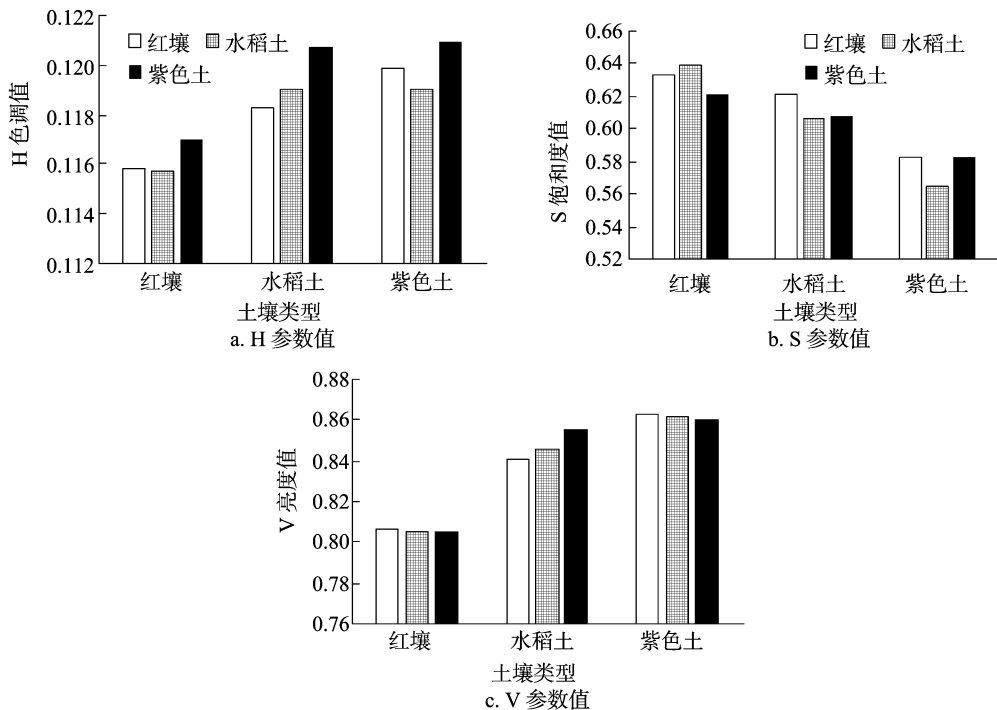


图4 不同土壤类型烤烟颜色的可视化分析

色虽存在一定的差异性但比较小,而安宁在昆明东部与寻甸和禄劝都存在较大差异,说明地理位置对烤烟颜色的影响较大且南北方的差异极为显著。

(2)同一地区部分布点(乡镇种植区)的烤烟颜色之间有较强的相似性,同一部位不同布点烤烟烟叶表面颜色特征大都可划分为不同的3类。

(3)不同海拔的烤烟烟叶表面颜色有显著的差异性。结果表明随着海拔逐渐变高,对应烤烟烟叶表面的H参数值和V参数值也呈递增趋势,而S参数值没有显示出较强的规律性变化。

(4)烤烟表面颜色参数也表明,不同土壤类型的烤烟颜色之间存在显著性差异,生长在紫色土中的烤烟颜色H参数值偏高且不同类型的土壤对H参数值的影响较大。

综合考虑上述结果,笔者认为烤烟烟叶表面颜色受南北地理位置的影响较大。同时,海拔的增加有利于烤烟表面颜色调值(H)和亮度值(V)的增加,而海拔的变化也会直接影响温度和紫外线强度的不同,这说明在一定程度上调值(H)

和亮度值(V)会受温度或者紫外线照射的影响。此外,由于不同的土壤类型会造成生长环境中化学成分的不同,进而导致烤烟烟叶表面颜色值的不同,其中色调(H)值受影响最大且紫色土更利于烤烟烟叶色调(H)值的积累。

参考文献:

- [1]中国烟草总公司. 烤烟:GB 2635—1992[S]. 北京:中国标准出版社,1992.
- [2]United States Department of Agriculture. Official standard grades for flue-cured tobacco UStypes 11, 12, 13, 14, and foreign type 92 [S]. 1989.
- [3]章英,贺立源. 基于近红外光谱的烤烟烟叶自动分组方法[J]. 农业工程学报,2011,27(4):350-354.
- [4]王浩雅,王理琨,张强,等. 烟叶颜色指标与其他物理指标的相关研究[J]. 广东农业科学,2011,38(11):41-44.
- [5]李向阳,于建军,刘国顺. 利用光谱反射率预测烤烟叶片烟碱含量[J]. 农业工程学报,2008,24(8):169-173.
- [6]丁根胜,张庆明,巴金莎,等. 烟叶颜色色度学指标与烤烟品质的

李福森,郝建宇,王 晶,等. 采用液质联用技术分析灵芝孢子粉提取物中的三萜类化合物[J]. 江苏农业科学,2019,47(22):230-233.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.22.054

采用液质联用技术分析灵芝孢子粉 提取物中的三萜类化合物

李福森,郝建宇,王 晶,赵骥民

(长春师范大学生命科学学院,吉林长春 130032)

摘要:以灵芝孢子粉为研究对象,通过高效液相色谱法(high performance liquid chromatography,简称 HPLC)考察不同溶剂对其三萜类化合物的提取效果。应用液相色谱-质谱联用技术(LC-MS)快速对灵芝孢子粉中的三萜类化合物进行初步鉴定。应用超声提取法,分别以甲醇、95%乙醇和异丙醇为提取溶剂对灵芝孢子粉中三萜类化合物进行提取,以 HPLC 分析提取物,考察不同溶剂对有效成分的影响。采用 LC-MS 技术对提取物进行分析,对三萜类化合物进行快速鉴定。结果表明,通过 HPLC 对 3 种不同溶剂提取物进行分析,确定异丙醇为灵芝孢子粉中活性成分最佳的提取溶剂。应用 LC-MS 技术对提取物进行分析,与相关文献进行比对,对其中 15 种三萜类化合物进行快速鉴定。结果表明,异丙醇适合于灵芝孢子粉中三萜类化合物的提取,提取物中含有多种三萜类化合物,LC-MS 能够快速对提取物中的化合物进行快速的结构鉴定。

关键词:灵芝孢子粉;三萜;高效液相色谱;LC-ESI-MS

中图分类号:R284.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)22-0230-04

灵芝(*Ganoderma lucidum*)别称仙草,珍贵的药用真菌,属担子菌纲,多孔菌科,灵芝属。灵芝在我国有 2 000 多年的药用历史,根据《神农本草经》记载,灵芝具有补中益气、扶正固本、等功效^[1]。灵芝传统药用部位是子实体,但灵芝孢子是

灵芝生长成熟期从菌盖弹射出来的淡雾状的极其微小的孢子,具有灵芝的遗传活性物质^[2]。近年来,灵芝孢子粉作为灵芝的又一药用部位逐渐被认识和接收。经现代药理验证,灵芝孢子粉具有抗肿瘤、抗病毒、免疫调节、抗炎、保肝、降血脂、降血压、降血糖、抗缺氧能力、神经系统调节等功效^[3-4]。

国内外学者从上世纪 80 年代开始深入研究灵芝的化学成分,迄今为止,已分离出 200 多种化合物^[5]。灵芝孢子粉中的药效成分主要是灵芝多糖、肽类、三萜类、腺嘌呤核苷、硒元素等成分,其中,三萜类化合物是其中的主要药效成分之一。目前,三萜类化合物仍然未被充分利用,主要原因是天然存在的三萜类化合物含量较少,大多数不能被人工合成^[6]。因此,研究灵芝孢子粉三萜化合物具有重要的现实意义。

收稿日期:2018-10-20

基金项目:国家自然科学基金(编号:31400453,31500279);吉林省科技厅项目(编号:20170520029JH);吉林省教育厅项目(编号:JKKH20170658KJ);长春师范大学自然基金(编号:2017013)。

作者简介:李福森(1986—),男,吉林通榆人,硕士研究生,研究方向为食药菌研究与应用。E-mail:515926363@qq.com。

通信作者:赵骥民,博士,教授,研究方向为繁殖生态学。E-mail:jmz@263.net。

关系分析[J]. 中国烟草科学,2011,32(4):14-18.

[7]王 涛,贺 帆,詹 军,等. 烘烤过程中不同部位烟叶颜色值和主要化学成分的变化[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2012,38(2):125-130.

[8]张长云,周淑平,田晓霞,等. 初烤烟叶颜色与化学成分关系分析[J]. 广西农业科学,2007,38(6):621-624.

[9]梁洪波,李念胜,元 建,等. 烤烟烟叶颜色与内在品质的关系[J]. 中国烟草科学,2002,23(1):9-11.

[10]过伟民,魏春阳,张艳玲,等. 烤烟表面颜色的量化及其与胡萝卜素类物质的关系[J]. 烟草科技,2012(1):62-68.

[11]梁太波,张艳玲,尹启生,等. 山东烤烟烟叶颜色量化分析及与多酚和类胡萝卜素含量的关系[J]. 烟草科技,2012(4):67-71.

[12]张 峰,刘江生,刘泽春,等. 近红外透射光谱技术用于烟用香精的品质控制[J]. 中国烟草学报,2009,15(3):12-16.

[13]杜 文,易建华,谭新良,等. 基于近红外光谱的烟叶 SIMCA 模式识别[J]. 中国烟草学报,2009,15(5):1-5.

[14]Chao T, Xin Q, Li M L. Comparison of chemometric methods for

brand classification of cigarettes by near-infrared spectroscopy[J]. Vibrational Spectroscopy,2009,51(2):276-282.

[15]魏春阳,李 锋,祁 萌,等. 基于分光光谱仪测量的不同产区烤烟表面颜色分析[J]. 烟草科技,2011(4):67-73.

[16]Zhang J, Sokhansanj S, Wu S, et al. A trainable grading system for tobacco leaves[J]. Computers and Electronics in Agriculture,1997,16(3):231-244.

[17]Ma J Y, Wu T J, Liu R J. Research on tobacco leaves grading based on image processing and fuzzy recognition[Z]. 2011:90-93.

[18]Garcia M, Barreiro P, Ruiz A M, et al. Development of a virtual expert for color classification of tobacco leaves[C]//Proceedings of From Sensors to Decision Support System in Agriculture,1998:105-117.

[19]董高峰,杨 威,张 强,等. 昭通烟区烤烟表面颜色特征分析[J]. 江苏农业科学,2014,42(11):353-355.

[20]王改丽,于建军,郑宪滨,等. 烤烟 B2F 等级烟叶表面颜色区域性差异分析[J]. 山东农业科学,2017,49(4):15-20.