

## ◆综述类◆

香荚兰化学成分及栽培技术研究进展<sup>\*</sup>韦霄,里雨桐,秦惠珍,唐健民,韦记青<sup>\*\*</sup>

(广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所,广西桂林 541006)

**摘要:**香荚兰属(*Vanilla*)为兰科(Orchidaceae)攀缘植物,其果实制品香荚兰豆是目前食品工业和香料产品的重要原料,具有较高的经济价值,享有“香料之王”的美称。香荚兰豆的化学成分主要为香兰素、香兰醇、香兰酸以及脂肪族类、糖苷类、有机酸类化合物,具有抗氧化、抑菌、抗肿瘤等药理作用。香荚兰广泛应用于香料、观赏园艺,并可用于治疗癫痫、肿瘤等。本文对香荚兰的化学成分与药理作用、应用专利和栽培技术等方面进行综述,以期对香荚兰的进一步研究和开发利用提供参考。

**关键词:**香荚兰属 化学成分 药理作用 应用专利 栽培技术

中图分类号:S681.9 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2022)02-0118-07

DOI:10.13657/j.cnki.gxkxyb.20220622.003

兰科(Orchidaceae)香荚兰属(*Vanilla*)为多年生草质藤本植物,原产热带和亚热带地区<sup>[1,2]</sup>,中国有少量野生分布<sup>[3]</sup>。香荚兰是香荚兰属用作香料的几种植物的统称,世界广泛栽培的种主要有3种:墨西哥香荚兰(*Vanilla planifolia* Andrews)、塔希提香荚兰(*Vanilla tahitensis* J. W. Moor)和大花香荚兰(*Vanilla pompona* Schiede)<sup>[4,5]</sup>。其中墨西哥香荚兰是主要栽培种,在1500年左右通过无性插条传播至全球<sup>[6]</sup>,我国海南和云南西双版纳州有较大规模的栽培,台湾、广东和广西有少量种植<sup>[1,7,8]</sup>。

香荚兰的绿色鲜豆荚经发酵生香等工艺后,形成

和谐、优雅的特有芳香气味<sup>[9]</sup>,从而为一种名贵的天然香料,并可广泛用于各种食品的加香,素有“食品香料之王”的美誉<sup>[10]</sup>。香荚兰主要有效成分为香草醛,或称香兰素。随着研究的深入,香兰素越来越广泛地应用于医药、制药、食品和化妆品等行业<sup>[11-14]</sup>,具有非常高的经济价值<sup>[15-21]</sup>。近年来香荚兰的研究和开发得到了广泛的关注,与香荚兰有关的专利增多,专利申请主要集中在香荚兰有效成分的提取、制备工艺、香料开发和制药等方面。

目前国内外对香兰素的需求量大,但其主要植物来源——香荚兰对温度、光照、湿度和土壤要求严

收稿日期:2022-02-11

<sup>\*</sup> 广西科技基地和人才专项(桂科 AD17129022)资助。

## 【作者简介】

韦霄(1967-),男,博士,研究员,主要从事药用植物学和保护生物学研究。

## 【\*\*通信作者】

韦记青(1968-),女,研究员,主要从事药用植物学研究,E-mail:weijiqing@gxib.cn。

## 【引用本文】

韦霄,里雨桐,秦惠珍,等. 香荚兰化学成分及栽培技术研究进展[J]. 广西科学院学报,2022,38(2):118-124.

WEI X, LI Y T, QIN H Z, et al. Advances in Chemical Constituents and Cultivation Techniques of *Vanilla* spp. [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2022, 38(2): 118-124.

格<sup>[22-24]</sup>,其高产栽培技术仍然制约着我国香荚兰产业的发展。本文对香荚兰的化学成分与药理作用、应用专利和栽培技术进行综述,以期为“香料之王”香荚兰的进一步开发利用提供参考。

## 1 香荚兰的化学成分与药理作用

### 1.1 化学成分

从香荚兰第一次被发现到全世界广泛栽培,已经有许多研究者对香荚兰的化学成分进行研究。从1858年 Goble 分离得到香荚兰豆荚中最重要的芳香成分为香兰素开始,香兰素的提取工艺不断优化,而香兰素作为香荚兰含量最高的单体化合物常被应用于香荚兰质量标准及指纹图谱建立的研究中<sup>[25-28]</sup>。

香荚兰的特殊芳香气味主要来自其挥发性成分,不同工艺提取的香荚兰挥发性成分具有差异性。徐飞等<sup>[29]</sup>采用真空冷冻干燥工艺,检出香荚兰中具有呈香作用的挥发性成分主要有芳香族、醛类及酯类物质。李娜等<sup>[30]</sup>通过3种不同萃取头对香荚兰浸膏萃取效果进行比较分析,发现 CAR/PDMS 萃取头萃取挥发性香气成分最多可检测出44种化合物,优于其他两种。王海茹等<sup>[31]</sup>采用固相微萃取-气质色谱-质谱联用技术对香荚兰中的挥发性成分进行分析,发现其主要挥发性成分为香草醛、邻甲氧基苯酚、苯酚和呋喃甲。张辉等<sup>[32]</sup>发现用超声提取法提取到的香兰素含量显著高于其他方法。任洪涛等<sup>[33]</sup>采用同时蒸馏萃取方法收集到49种香荚兰挥发性成分。不同产地的香荚兰挥发性成分也具有差异,马达加斯加产地的挥发性化学成分含量和种类高于其他产地<sup>[34]</sup>。

Hartman 等<sup>[35]</sup>相继从香荚兰中分析检测出超过170种化学成分,主要有酯类、烷烃类、醇类、醚类、酸类以及杂环化合物等,现对香荚兰的化学成分归纳如下。

#### 1.1.1 酚类和酚醚类

对乙基愈创木酚、丁香酚、愈创木酚、2-甲氧基-4-甲基苯酚、对甲酚、苯酚、对乙基愈创木酚、对乙基苯酚、对甲酚异丙醚、对甲酚甲醚、1,2-二甲氧基苯、二苯醚、对羟基苄基乙醚、对羟基苯甲醚、香兰素、2,3-丁烯乙二醇乙缩醛、香兰基乙醚、香兰基甲醚、大茴香醚。

#### 1.1.2 醛酮类

对羟基苯甲醛、乙醛、水杨醛、1-戊醛、大茴香醛、苯甲醛、3-戊烯-2-酮、3-辛二烯-2-酮、5-羟基-2-庚酮、苯乙酮、癸酮、3-羟基-2-丁酮、丁二酮、2-庚酮、己酮、

1-羟基-2-庚酮、1-羟基-2-戊酮、2-辛酮、辛二烯酮、2-壬酮。

#### 1.1.3 酯类和内酯类

香兰酸甲酯、乙酸戊酯、乙酸己酯、 $\gamma$ -丁内酯、 $\gamma$ -壬内酯、戊酸丙酯、戊酸甲酯、戊酸丁酯、乙酰丙酸乙酯、乙酸甲基苄酯、乙酸苯乙酯、乙酸大茴香酯、乙酸苄酯、甲氧基乙酸乙酯、棕榈酸乙酯、棕榈酸甲酯、2-甲基丁酸乙酯、戊酸异丁酯、戊酸异丙酯、环己烷碳酸甲酯、肉豆蔻酸甲酯、十七烷酸甲酯、庚酸甲酯、乳酸甲酯、月桂酸甲酯、壬酸甲酯、十五烷酸甲酯、水杨酸甲酯、邻苯二酸二丙酯、邻苯二酸二丁酯、苯甲酸甲酯、苯甲酸苄酯、苯甲酸二乙酯、苯甲酸糠酯、苯甲酸肉桂酯、邻苯二酸乙酯、丁酸苄酯、肉桂酸苄酯、甲酸苄酯、肉桂酸肉桂酯、邻苯二甲酸二乙酯、大茴香酸甲酯、顺式肉桂酸甲酯、反式肉桂酸甲酯。

#### 1.1.4 醇类

香兰醇、2,3-丁二醇、1-癸醇、1-庚醇、1-己醇、2-甲基-1-丁醇、3-甲基-1-丁醇、3-甲基-1-戊醇、2-壬醇、1-辛烯-3-醇、1-戊醇、2-戊醇、1-辛醇、异戊烯醇、大茴香醇、松柏醇、苯甲醇、苯乙醇、对羟基苯甲醇。

#### 1.1.5 酸类

对羟基苯甲酸、甲氧基乙酸、肉豆蔻酸、大茴香酸、香兰酸、乙酸、丁酸、癸酸、己酸、辛酸、甲酸、乙醇酸、正庚酸、异丁酸、乳酸、月桂酸、肉桂酸、壬酸、苯甲酸、异戊酸、水杨酸。

#### 1.1.6 芳香族化合物

苯、萘、乙苯、丙苯、甲苯、二甲苯、三甲苯、对乙基甲苯、苯乙烯。

#### 1.1.7 萜烯类化合物

$\alpha$ -蒎烯、 $\alpha$ -松油烯、 $\alpha$ -姜黄烯、 $\alpha$ -穆罗烯、 $\alpha$ -松油醇、 $\beta$ -蒎烯、 $\beta$ -红没药烯、 $\beta$ -环柠檬烯、 $\beta$ -水芹烯、 $\delta$ -杜松烯、苧烯、月桂烯对伞花烃、桃金娘烯醇、4-异松油醇、芳樟醇、香茅醇、橙花醇、香叶醇、6,10,14-三甲基十五环-2-酮。

#### 1.1.8 脂肪族化合物

壬烷、癸烷、十烷、十二烷、十四烷、十五烷、十六烷、十七烷、廿二烷、癸位-癸烷、癸位-十四烯、廿碳烯、廿碳烷。

#### 1.1.9 杂环类化合物

糠醛、糠醇、2-乙酰呋喃、2-戊基呋喃、2-乙酰吡咯、5-甲基糠醛、2,5-二甲基糠醛、2-羟基-5-甲基呋喃、噻吩、烟酸甲酯。

### 1.1.10 糖苷类

D-(+)-蔗糖、七叶苷、香兰素葡萄糖苷、邻甲氧苯基葡萄糖苷、对硝基苯基葡萄糖苷、对甲基苯基葡萄糖苷、苯乙基葡萄糖苷、5-溴-4-氯-3-吡啶基-葡萄糖苷、阿魏酸葡萄糖苷、香兰醇葡萄糖苷、香兰酸葡萄糖苷、对甲酰基苯基葡萄糖苷、2-甲氧基-4-甲基苯基葡萄糖苷、香兰素葡萄糖苷 A、香兰素葡萄糖苷 B<sup>[36-38]</sup>。

## 1.2 药理作用

### 1.2.1 抗氧化和抗炎作用

香荚兰豆中的香兰素具有怡人的香气,被广泛应用于食品香料中<sup>[39]</sup>。白令君等<sup>[40]</sup>通过抗氧化实验证明香兰素对 DNA 损伤具有较好的保护作用,效果与槲皮素一致。杨庆明等<sup>[41]</sup>和时忠烈<sup>[42]</sup>研究表明香兰素的抗氧化活性优于维生素 C。此外,郭婷婷<sup>[43]</sup>研究发现香兰素能通过抗氧化和抗炎作用对急性肺损伤起到预保护作用,符玉水等<sup>[44]</sup>研究表明香兰素能通过抑制自噬及 PINK1 信号通路,改善新生大鼠低氧缺血性脑损伤与炎症反应。谷利伟等<sup>[45]</sup>发现香兰素是通过下调 p65 亚基的活性阻碍其活化入核,从而抑制巨噬细胞活化,达到抗炎抑炎的目的。

### 1.2.2 抑菌作用

香兰素中含有醛基和酚羟基,具有一定的抑菌作用。张智维等<sup>[46,47]</sup>用平板稀释法测定香兰素的抑菌作用,发现香兰素对细菌和真菌均有明显的抑制作用。官燕燕等<sup>[48]</sup>将用超声萃取法提取的香兰素作为抗菌物质添加到 UV 油墨中,发现该油墨具有良好的抗菌除臭效果。

### 1.2.3 抗癫痫作用

江振裕等<sup>[49]</sup>采用分别含有天麻和香兰素两种药物的试剂注射家兔,并对家兔进行电击痉挛试验,结果表明,天麻和香兰素都有阻止强直一阵挛型癫痫样发作的效应,注射药物 1 h 左右,极大多数动物具有明显的抗病作用。此外,注射香兰素后动物的一般状态和心电图、脑电图都没有特殊的变化,药物的副作用和毒性小。

## 2 相关专利分析

专利在于鼓励研发创新,具有战略价值、技术价值、法律价值和市场价值四大属性特征,同时反映了香荚兰市场的需求变化<sup>[50,51]</sup>。检索中国知网专利数据库,1996年9月至2021年12月有关香荚兰方面的公开专利共159件,其中公开发明128项、发明专利授权30项、外观设计1项。发明专利排名前3的主题

是制备方法(9项)、香荚兰(4项)和加料香精(3项),占总数的10.06%。随着香荚兰及其加工品研究技术的进步,以及人工培育技术的不断提升,自2009年起香荚兰相关专利有了大幅度增长(图1)。

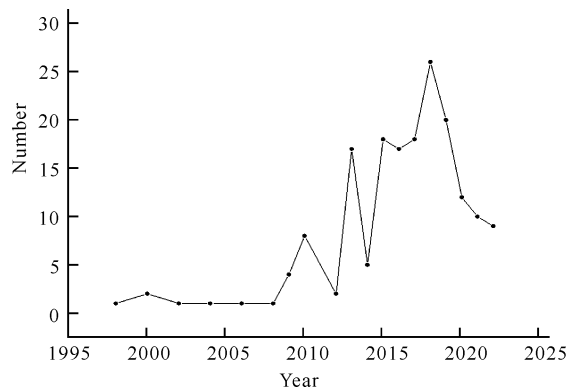


图1 香荚兰相关专利数量趋势图

Fig.1 Number trend chart of related patents of *Vanilla* spp.

申报专利中排名前5的学科分布情况如下:轻工业手工业学科,申报专利65项,占比40.88%;一般化学工业学科,申报专利49项,占比30.82%;药学科,申报专利14项,占比8.81%;化学学科,申报专利6项,占比3.77%;园艺学科,申报专利5项,占比3.14%。此外,还涉及林业、中药学、材料、有机化工等多个学科,进一步证实了香荚兰广泛的应用范围和巨大的开发潜力。

## 3 香荚兰的栽培技术

### 3.1 生长特点

香荚兰为攀缘藤本植物,浅根系长达数米<sup>[52]</sup>,性喜温暖、湿润的环境。香荚兰的生长对光照、水分、湿度和土壤要求严格。朱红英等<sup>[8]</sup>发现香荚兰在温度较高的季节定植利于发芽。张能义等<sup>[53]</sup>研究香荚兰在不同光照强度下的生理反应时发现,50%荫蔽度下香荚兰生长发育良好,而30%低荫蔽度下香荚兰的光合作用出现不同程度的抑制。江明等<sup>[54]</sup>研究发现,当香荚兰生长环境温度低于5℃时,香荚兰产量严重受损。林进能<sup>[55]</sup>通过观察香荚兰的开花物候,发现其花期为4月下旬至6月上旬。田育天等<sup>[56]</sup>研究发现花芽分化时期花芽内激素含量升高有利于倒垂茎蔓开花。香荚兰自然条件下结果率极低,需人工授粉,自花授粉的挂果率和果荚生长量均优于异花授粉<sup>[57]</sup>。

### 3.2 栽培品种选择

全世界广泛栽培供香料用的香荚兰主要有3个种。墨西哥香荚兰是主栽种,占栽培总面积的90%

以上,主要原因是其香兰素含量可达2%–5%,品质最佳。塔希提香荚兰品质次于墨西哥香荚兰,豆荚含茴香醇。大花香荚兰香兰素含量少(不足0.05%),但豆荚手感柔软,肉质,纤维少,有特殊的甜香,其香气特征有别于墨西哥香荚兰,常用作烟草、肥(香)皂、香水、医药、酒类和兴奋剂的调香料<sup>[58]</sup>。

### 3.3 栽培技术

目前香荚兰人工栽培的2种主要模式是遮荫棚栽培和林下栽培。遮荫棚栽培方式是利用树下种植或人工荫棚种植。早期国外主要利用龙血树、麻疯树等活支柱进行树下种植香荚兰<sup>[59-61]</sup>。我国云南和海南从19世纪60年代开始引种试种香荚兰,主要是人工荫棚栽培,少量为树下种植<sup>[62]</sup>。

香荚兰能开花结果,繁殖方式为有性繁殖和无性繁殖两种。段金玉等<sup>[63]</sup>研究发现香荚兰的种子萌发率低,且种子苗比实生苗结实晚4–5年。因此,香荚兰主要采取茎段扦插和组织培养的方式进行繁殖。George<sup>[64]</sup>研究发现长扦插枝条比短扦插枝条早开花,生产上不宜用不足60 cm的扦插枝。严重兵等<sup>[65]</sup>采用液体扦插和土壤扦插对不同茎段长度的香荚兰进行处理,发现单节茎段液体扦插的繁殖系数较高。黄先甫等<sup>[66]</sup>以香荚兰的茎节进行组织培养,发现香荚兰在组织培养中对N、P、K元素的摄取较少,培养基中使用低浓度生长素IAA和适当高浓度的激素可以启动香荚兰休眠芽萌发。崔元方等<sup>[67]</sup>通过研究不同细胞分裂素对香荚兰增殖的影响发现,6-BA对香荚兰的增殖效果最明显。吴昭平等<sup>[68]</sup>研究发现香荚兰组织培养最适宜光照强度为8 000 lx,温度为28℃,光照18 h。张树珍等<sup>[69]</sup>采用香荚兰幼茎作为组织培养材料,再生植株移栽成活率可以达到100%。

香荚兰中的香兰素主要来源于其果荚,果荚的形成和生长发育至关重要。香荚兰定植3年后开花结果,为典型的虫媒花植物,其雄蕊和柱头之间隔着一片蕊喙,故必须通过人工授粉或昆虫授粉才能结实<sup>[70]</sup>。但香荚兰虫媒传粉结果率仅1%,人工授粉是提高其产量的关键技术<sup>[57]</sup>。文进等<sup>[57]</sup>研究表明,成熟的授粉技术和充足的花粉是香荚兰果荚生长的关键。人工授粉时每花序授粉8–10朵,每花序保留果荚4–8个,授粉完成后将花序上多余花朵去掉可获取优质果荚<sup>[57]</sup>。

### 3.4 病虫害防治

尽管通过组织培养技术,香荚兰的成活率能得到

提高,但是香荚兰的生长极易受根腐病、细菌性软腐病的危害<sup>[71]</sup>。根腐病是香荚兰的主要病害,为害香荚兰的茎蔓和根,严重影响香荚兰的产量<sup>[72,73]</sup>,导致香荚兰大面积减产。我国在2000年前后有近2/3的种植园处于毁园和半失管状态。赵国祥等<sup>[74]</sup>提出一种新型的香荚兰栽培方式——无土栽培,并筛选出2种适宜香荚兰生长的营养液配方,而且首次提出“人工荫棚下香荚兰全新的仿生攀缘栽培技术”,此技术可减少香荚兰栽培过程中出现的病虫害。

### 3.5 采收与加工

香荚兰从授粉到果荚成熟大约需要8个月,果荚在10月下旬至11月上旬成熟。当鲜荚从深绿色转为浅绿色、略微晕黄,或者果荚末端0.2–0.5 cm处略见微黄时为最佳采收时期,一般每周采收1–2次,采收时间持续2个月左右。与八角等香料相比,香荚兰不仅采收时间长,而且加工过程费时费力。传统的生香工艺是先将采收后的香荚兰鲜荚在24 h内进行分级、清洗、杀青,然后经酶促、干燥和陈化生香3道基本工序处理让荚果的内源酶得以活化并释放出来,内源酶和外界微生物在一定条件下共同作用,释放出香气成分。现代研究表明,通过外加β-葡萄糖苷酶处理青荚促进香兰素糖苷等化合物的分解,可以加速生香过程,缩短生香周期<sup>[75]</sup>。

## 4 展望

香荚兰作为“香料之王”,栽培历史悠久,栽培遍布全世界。香荚兰中主要有效成分为香兰素,该成分具有抑菌抗炎、抗氧化、抗癫痫等多种药理活性作用,临床上也常用于治疗癫痫、肿瘤等<sup>[76]</sup>。香荚兰原产于热带雨林,对温度和水分的需求量大,低温、缺水会影响香荚兰的正常生长,在生产中应根据其生态习性选择种植地或栽培模式。当前我国香荚兰主要是采用茎段扦插和组织培养进行繁殖,普遍存在管理粗放、产量低等问题,应加大对栽培技术的攻克力度,降低种植成本,提高香荚豆产量,改善加工工艺,形成丰产高效栽培模式和产品深加工模式。此外,生产过程中可以根据用途不同来选择栽培品种:食品和化妆品用途的可选择墨西哥香荚兰,烟草、肥(香)皂、香水、医药、酒类和兴奋剂的调香料可选择大花香荚兰。对不同品种的香荚兰进行杂交以获得手感柔软、肉质,纤维少,同时又保持高含量香兰素的品种可能是未来香荚兰产业发展的一个方向。

目前国外香荚兰的研究领域广,涉及多学科交叉

融合, 香荚兰的产出大于需求, 其主要有效成分香兰素被大量用作医药中间体、植物生长促进剂和杀菌剂等。目前我国香兰素年产量为 2 000 - 2 500 t<sup>[77]</sup>, 仍处于供不应求的状况, 大多数用于加香, 少量用于食品工业、医药中间体、饲料、调味剂和化妆品等方面, 可见对香兰素及其他有效化学成分的加工利用深度不够, 应加大香兰素衍生物及其他有效化学成分的开发利用。

#### 参考文献

- [1] YE H C, CHEN K Y, CHOU C Y, et al. New insights on volatile components of *Vanilla planifolia* cultivated in Taiwan [J]. *Molecules*, 2021, 26(12): 3608.
- [2] 梁淑云, 吴刚, 杨逢春, 等. 香荚兰属种质研究与利用现状[J]. *热带农业科学*, 2009, 29(1): 54-58.
- [3] 陈德新, 刘世勇, 邓振海, 等. 世界最大的野生大香荚兰居群考察与思考[J]. *香料香精化妆品*, 2007(5): 49-51.
- [4] HASING T, TANG H B, BRYM M, et al. A phased *Vanilla planifolia* genome enables genetic improvement of flavour and production [J]. *Nature Food*, 2020, 1(12): 811-819.
- [5] 杨敏. 香荚兰生香加工工艺优化[J]. *食品研究与开发*, 2022, 43(4): 143-148.
- [6] VILLANUEVA-VIRAMONTES S, HERNÁNDEZ-APOLINAR M, FERNÁNDEZCONCHA G C, et al. Wild *Vanilla planifolia* and its relatives in the Mexican Yucatan Peninsula: Systematic analyses with ISSR and ITS [J]. *Botanical Sciences*, 2017, 95(2): 169-187.
- [7] GRISONI M, NANY F. The beautiful hills: Half a century of vanilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) breeding in Madagascar [J]. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 2021, 68(5): 1691-1708.
- [8] 朱红英, 朱自慧. 海南兴隆香荚兰产业化初探[J]. *热带农业科学*, 2002, 22(6): 33-36.
- [9] 陈德新. 香荚兰豆专题系列之四——香荚兰豆初级与深度加工及其应用[J]. *香料香精化妆品*, 2005(6): 33-37.
- [10] 周江, 邓亦峰, 黄茂芳. 香草兰酊剂的制备研究[J]. *香料香精化妆品*, 1999(1): 9-11.
- [11] CHAMBERS A, CIBRIÁN-JARAMILLO A, KARREMANNS A P, et al. Genotyping-by-sequencing diversity analysis of international *Vanilla collections* uncovers hidden diversity and enables plant improvement [J]. *Plant Science*, 2021, 311: 111019.
- [12] 吕佳煜, 宋莎莎, 冯叙桥. 香兰素在食品贮藏保鲜中的应用研究进展[J]. *食品科学*, 2015, 36(17): 305-309.
- [13] 钟凯. 婴儿奶粉里的香兰素[J]. *食品与生活*, 2022(1): 30-31.
- [14] 杨敏.  $\beta$ -葡萄糖苷酶促香荚兰快速生香工艺的研究[J]. *香料香精化妆品*, 2021(3): 11-14.
- [15] MANI A, AHAMED A, ALI D, et al. Dopamine-mediated vanillin multicomponent derivative synthesis via grindstone method: Application of antioxidant, anti-tyrosinase, and cytotoxic activities [J]. *Drug Design, Development and Therapy*, 2021(15): 787-802.
- [16] FAVRE F, JOURDA C, GRISONI M, et al. A genome-wide assessment of the genetic diversity, evolution and relationships with allied species of the clonally propagated crop *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews [J/OL]. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 2022 [2022-02-10]. <https://doi.org/10.1007/s10722-022-01362-1>.
- [17] 范武, 柴国璧, 赵无垠, 等. 生物法合成食品香料的研究进展[J]. *化学通报*, 2016, 79(3): 232-237.
- [18] 陈建华, 张晓峰, 翁少伟, 等. 香荚兰豆酊热提工艺、原料产地研究及成分分析[J]. *香料香精化妆品*, 2015(1): 17-22.
- [19] 许锐, 杨祖武, 赵维华. 西双版纳香荚兰庭院种植模式的实施与思考[J]. *热带农业科技*, 2009, 32(1): 29-32.
- [20] 赵建平, 王庆煌, 宋应辉, 等. 香草兰产业开发与应用配套技术研究成果[J]. *热带农业科学*, 2006, 26(6): 38-42, 46.
- [21] 陈德新. 香荚兰豆专题系列之一——世界香荚兰产业及市场概况[J]. *香料香精化妆品*, 2005(3): 35-37.
- [22] 郝立勤, 郝薇. 云南省具有广阔发展前景的几种天然香料[J]. *香料香精化妆品*, 2001(5): 23-25.
- [23] 陈瑶, 谭志坚, 王丙春. 西双版纳香荚兰栽培气候影响因素及适种区划[J]. *热带农业科技*, 2005, 28(4): 17-21.
- [24] 福建省经济植物研究所. 热带香料植物香荚兰引种试种成功简况[J]. *上海日用化工*, 1973(3): 28.
- [25] 孙皓, 刘薇, 曾建国, 等. GC-MS 分析不同产地香荚兰商品荚乙醇提取物化学成分差异及其香草醛的测定[J]. *中草药*, 2013, 44(8): 955-959.
- [26] 卢金清, 李雨玲, 张锐, 等. HS-SPME-GC-MS 分析香荚兰豆中挥发性成分[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2014, 20(3): 79-82.
- [27] HERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ M Á, GARCÍA-PINILLA S, OCAMPO-SALINAS O I, et al. Microencapsulation of vanilla oleoresin (*V. planifolia* Andrews) by complex coacervation and spray drying: Physicochemical and microstructural characterization [J]. *Foods*, 2020, 9(10): 1375.
- [28] CHOO J H, RUKAYADI Y, HWANG J K. Inhibition

- of bacterial quorum sensing by vanilla extract [J]. Letters in Applied Microbiology, 2006, 42(6): 637-641.
- [29] 徐飞, 李俄艳, 初众, 等. 顶空固相微萃取-气质联用分析香荚兰浸膏风味组分的条件优化[J]. 热带作物学报, 2019, 40(2): 348-358.
- [30] 李娜, 初众, 徐飞, 等. 香荚兰浸膏物性及挥发性成分分析[J]. 保鲜与加工, 2019, 19(5): 136-143.
- [31] 王海茹, 初众, 徐飞, 等. 香荚兰籽中挥发性成分分析[J]. 保鲜与加工, 2018, 18(5): 142-148.
- [32] 张辉, 熊国玺, 喻世涛, 等. 不同提取方法对香荚兰挥发性成分的影响[J]. 香料香精化妆品, 2014(2): 12-16.
- [33] 任洪涛, 周斌. 云南香荚兰挥发性成分研究[J]. 热带农业科技, 2007, 30(1): 25-26, 30.
- [34] 徐杨斌, 王德懿, 袁国勇, 等. SBSE-TDU/GC-TOFMS法分析香荚兰提取物中挥发性成分[J]. 中国食品添加剂, 2021, 32(9): 137-144.
- [35] HARTMAN T G, KARMAS K, CHEN J, et al. Determination of vanillin, other phenolic-compounds, and flavors in vanilla beans - direct thermal-desorption gas-chromatography and gas-chromatography mass-spectrometric analysis [J]. ACS Symposium Series, 1992, 506: 60-76.
- [36] PALAMA T L, FOCK I, CHOI Y H, et al. Biological variation of *Vanilla planifolia* leaf metabolome [J]. Phytochemistry, 2010, 71(5/6): 567-73.
- [37] NEGISHI O, SUGIURA K, NEGISHI Y. Biosynthesis of vanillin via ferulic acid in *Vanilla planifolia* [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2009, 57(21): 9956-9961.
- [38] 杨峰, 黄申, 席高磊, 等. 香荚兰豆中香兰素葡萄糖苷的提取、分离及表征[J]. 烟草科技, 2020, 53(8): 44-49.
- [39] 张建斌. 香兰素制备技术研究进展及前景展望[J]. 广东化工, 2018, 45(12): 163-166.
- [40] 白令君, 王建英, 崔乃杰, 等. 抗坏血酸与铁离子反应的ESR及UV-VIS研究[J]. 生物化学与生物物理学报, 1997, 29(6): 527-532.
- [41] 杨庆明, 丁兰, 杨红, 等. 食用香料——香兰素的抗氧化活性研究[J]. 食品研究与开发, 2007, 28(1): 85-88.
- [42] 时忠烈. 香兰素在含油食品中抗氧化性研究[J]. 食品工业科技, 2000, 21(6): 36-37.
- [43] 郭婷婷. 香兰素对LPS诱导急性肺损伤的预保护作用机制研究[D]. 长春: 吉林大学, 2020.
- [44] 符玉水, 符元证, 霍开明, 等. 香兰素通过抑制自噬及PINK1信号通路改善新生大鼠低氧缺血性脑损伤与炎症反应[J]. 脑与神经疾病杂志, 2021, 29(8): 463-469.
- [45] 谷利伟, 赵立琴, 范博文, 等. 香兰素通过NF- $\kappa$ B信号通路抑制巨噬细胞活化的作用研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2020, 32(4): 59-64.
- [46] 张智维, 周庆礼. 香兰素对细菌抑制作用的研究[J]. 食品工业科技, 2007, 28(1): 183-184, 230.
- [47] 张智维, 周庆礼. 香兰素对真菌的抑制作用的研究[J]. 香料香精化妆品, 2007(1): 17-18, 40.
- [48] 官燕燕, 陈海生, 皮阳雪, 等. 基于香兰素的UV抗菌油墨的研制[J]. 包装工程, 2021, 42(23): 40-46.
- [49] 江振裕, 张德星. 天麻和香荚兰素抗痫作用的研究[J]. 生理学报, 1961, 24(3/4): 187-195.
- [50] 邓恒. 论恶意申请专利行为的认定及其法律规制[J]. 西南民族大学学报(人文社会科学版), 2022, 43(2): 87-94.
- [51] 彭小宝, 陈文清. 我国高价值发明专利界定标准研究[J]. 科技与法律(中英文), 2021(6): 58-64.
- [52] 雷超铭. 寻访世界上最大的大香荚兰野生居群[J]. 广西林业, 2012(4): 37-39.
- [53] 张能义, 刀祥生, 李存信. 不同荫蔽度下种植香荚兰的光合作用和生长发育[J]. 云南植物研究, 1993, 15(1): 71-77.
- [54] 江明, 谢文申, 杨祖武. 香荚兰冷害和抗冷性的研究动态[C]//中国香料香精化妆品工业协会. 2002年中国香料香精学术研讨会论文集. [出版地不详: 出版者不详], 2002: 3.
- [55] 林进能. 香荚兰开花结荚的生物学特性及授粉技术[J]. 亚热带植物通讯, 1983, 12(1): 22-30.
- [56] 田育天, 陈善娜, 郑焕娣, 等. 香荚兰花芽分化至萌发期内源激素的变化[J]. 云南植物研究, 2004, 26(2): 213-220.
- [57] 文进, 江明, 谢文申. 人工授粉对香荚兰果荚生长的影响[J]. 西部林业科学, 2011, 40(2): 52-55.
- [58] 赵青云. 起源于热带雨林的香料之王: 香荚兰[J]. 生命世界, 2021(9): 16-19.
- [59] 毛根海. 留尼汪香荚兰生产考察报告[J]. 云南热作科技, 1990, 13(3): 17-23.
- [60] 王庆煌, 宋应辉, 陈封宝, 等. 香荚兰丰产栽培技术研究[J]. 热带作物研究, 1994(2): 50-57.
- [61] 黄循精. 国外香草兰的栽培技术[J]. 云南热作科技, 1995, 18(3): 34-35.
- [62] 赵建平, 赖剑雄, 宋应辉. 海南香荚兰产业化发展种植模式探讨[J]. 云南热作科技, 1999, 22(4): 22-26.
- [63] 段金玉, 胡虹. 香荚兰种子的无菌萌发试验[J]. 云南植物研究, 1987, 9(4): 473-476.
- [64] GEORGE C K. 科学栽培香荚兰[J]. 陈建白, 译. 云南热作科技, 1983(3): 78-80.
- [65] 严重兵, 陈幸华. 香荚兰茎段液体扦插育苗与土壤扦插育苗的比较[J]. 热带作物研究, 1993(1): 20-22.
- [66] 黄先甫, 李惠莲, 肖三元. 香荚兰的组织培养[J]. 云南

- 热作科技, 1986(3):28-30.
- [67] 崔元方, 刘荣维, 麦小燕, 等. 应用组织培养技术快速繁殖香荚兰[J]. 热带作物学报, 1988, 9(2):59-63.
- [68] 吴昭平, 占雪娇, 卢丽芬. 香荚兰的快速繁殖[J]. 亚热带植物通讯, 1988(2):24-28.
- [69] 张树珍, 曾宪松, 郑学勤, 等. 香荚兰体细胞培养再生植株的研究[J]. 热带作物学报, 1995, 16(S1):44-48.
- [70] 黄伙平. 国外香荚兰栽培概况[J]. 云南热作科技, 1988(1):27-30.
- [71] 阮兴业, 陈建斌, 朱有勇. 香荚兰病害研究综述[J]. 云南农业大学学报, 1998, 13(1):139-144.
- [72] 孔琼, 朱春燕, 王廷美, 等. 四种杀菌剂对香荚兰根腐病菌的室内毒力测定[J]. 广西农业科学, 2005, 36(5):458-459.
- [73] 李扬苹, 何霞红, 朱有勇, 等. 7种精油对香荚兰根腐病尖镰孢菌抑菌作用的初步研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2004, 32(10):89-93.
- [74] 赵国祥, 景兰华, 陈鸿洁, 等. 香荚兰产业化无土栽培技术研究[J]. 热带农业科学, 2012, 32(10):14-18.
- [75] 杨敏. 香荚兰生香加工工艺优化[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(4):143-148.
- [76] LAWLER L J. 香荚兰的药疗作用[J]. 庄馥萃, 译. 亚热带植物通讯, 1991, 20(1):64.
- [77] 杨怀深. 香兰素市场近期预测与生产技术进展[J]. 化学工业, 2012, 30(6):24-29.

## Advances in Chemical Constituents and Cultivation Techniques of *Vanilla* spp.

WEI Xiao, LI Yutong, QIN Huizhen, TANG Jianmin, WEI Jiqing

(Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi, 541006, China)

**Abstract:** *Vanilla* is a climbing plant of Orchidaceae. The fruit product of *Vanilla*, commonly known as *Vanilla* spp. bean or pod, is an important raw material for the food industry and fragrance products. It has high economic value and enjoys the reputation of 'King of Fragrance'. Its chemical components are mainly vanillin, vanillin alcohol, vanillin acid, aliphatic compounds, glycosides and organic acids, which have pharmacological effects, such as antioxidant, antibacterial, and anti-tumor. *Vanilla* is widely used in spices, ornamental gardening, and can be used to treat depression, neurasthenia, cardiovascular diseases, etc. In this article, chemical components and pharmacological action, application patents and artificial cultivation techniques of *Vanilla* spp. were reviewed to provide reference for further research, development and utilization of *Vanilla* spp.

**Key words:** *Vanilla*; chemical components; pharmacological activities; application patent; cultivation techniques

责任编辑:米慧芝



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxxkxyxb@gxas.cn

投稿系统网址: <http://gxxkx.ijournal.cn/gxxkxyxb/ch>