

中国兰科开唇兰属植物化学成分研究进展

尹泽楠 徐柯心 樊娇娇 马志强 林瑞超

【摘要】 兰科开唇兰属植物在中国有 20 种, 2 变种, 部分种全草作药用, 产于西南部至南部。该属植物中研究最多的三个种是金线兰 *A. roxburghii*、台湾银线兰 *A. formosanus* 和恒春银线兰 *A. koshunensis*。开唇兰属植物中的化学成分复杂, 包括黄酮及苷类、多糖类、甾醇类、生物碱、有机酸等成分。本文对开唇兰属植物的化学成分做了系统的综述, 为更深入的研究该属植物提供了一定的基础。

【关键词】 开唇兰属; 金线兰; 化学成分

【中图分类号】 R284 **【文献标识码】** A doi:10.3969/j.issn.1674-1749.2016.09.041

Research progress on chemical constituents of Anoectochilus and pharmacological activities YIN Ze-nan, XU Ke-xin, FAN Jiao-jiao, et al. National Institutes for Food and Drugs Control Institute for Control of Chinese Traditional Medicine and Ethnic Medicine, Beijing 100050, China
Corresponding author: LIN Rui-chao, E-mail: linrch307@sina.com

【Abstract】 There are 20 species and 2 variants of Orchidaceae Anoectochilus in China. The whole herb of some species are used for medicine. *A. roxburghii*, *A. formosanus* and *A. koshunensis* are studied most in all species. Chemical composition in Anoectochilus plants is complex, including flavonoids, glycosides, polysaccharide, sterols, alkaloids, organic acids, etc. This paper does a systematic review of Anoectochilus to provide a foundation for the research of Anoectochilus.

【Key words】 Anoectochilus; *A. Roxburghii*; Chemical constituents

兰科开唇兰属植物约有 40 余种, 是地生兰, 矮小草本植物, 分布于亚洲热带地区至大洋洲。中国有 20 种、2 变种, 部分种类全草可作药用, 产于西南部至南部^[1]。由于该属植物常生长在深山密林等阴湿地带, 且储量稀少, 加上生态环境日益遭到破坏, 野生品种越来越少, 因此早期对该属植物组织培养和人工栽培方面的研究较多, 现在组织培养和人工栽培技术已经较为成熟。近几年开始加大对该属植物化学成分和药理活性的研究, 并取得一定进展。本文对开唇兰属植物化学成分和药理活性

做了系统的综述, 为更深入的研究该属植物提供了一定的理论基础。

1 植物来源及分类

据文献记载, 开唇兰属在民间作药用的有金线兰 *A. roxburghii*、台湾银线兰 *A. formosanus*、恒春银线兰 *A. koshunensis*、浙江金线兰 *A. zhejiangensis*、峨眉金线兰 *A. emeiensis*, 其中金线兰分布最广, 储量相对最多, 在民间用药的地区亦最广, 为福建、广西、广东、浙江等地区的习用品^[2]。台湾银线兰和恒春银线兰是台湾民间的习用品, 但台湾民间亦把金线兰和台湾银线兰混淆使用。野外调查发现, 金线兰的营养体在不同生长环境下甚至同一生境下差异较大, 如叶脉可观察到金黄网脉至网脉不明显甚至无法看到, 这两种形态的植株常常是生长在同一环境下以伴生形式存在, 民间习称“金线莲公, 金线莲母”。过去曾有人把金线莲公(无金黄色网脉)定为绒叶斑叶兰 *Goodpera velutina* Maxim。郑纯等^[3]经过解剖和理化鉴别认为二者为同种植物, 后

基金项目: 2015 年度中医药行业科研专项(201507002)

作者单位: 100050 中国食品药品检定研究院中药所[尹泽楠(硕士研究生)]; 北京中医药大学中药品质评价中心[徐柯心(硕士研究生)、樊娇娇(硕士研究生)、马志强、林瑞超]

作者简介: 尹泽楠(1985-), 女, 2013 级在读硕士研究生。研究方向: 药物分析研究。E-mail: yinzenan126@126.com

通讯作者: 林瑞超(1954-), 博士, 教授, 博士生导师。研究方向: 中药药效物质基础研究及质量控制。E-mail: linrch307@sina.com

来胡珊梅等^[4]对二者进行了 DNA 指纹鉴定,认为二者具有较大的遗传变异,关于二者的化学成分及活性的区别研究还未见报道。

该属植物中研究最多的三个种是金线兰 *A. roxburghii*、台湾银线兰 *A. formosanus* 和恒春银线兰 *A. koshunensis*。大陆学者的研究集中在金线兰(又称为金线莲、花叶开唇兰)上,台湾及日本学者集中在台湾银线兰和恒春银线兰上。台湾植物志中将台湾银线兰称为台湾金线莲,中文俗名为金线莲,将恒春银线兰称为恒春金线莲,中文俗名为高雄金线莲^[5]。

据《福建药物志》^[6]记载金线兰 *A. roxburghii* 原植物形态特征:为多年生矮小草本,根状茎横卧,叶常 4~6 枚,互生,卵圆形,长 1.5~4 cm,宽 1~3 cm,先端急尖或短尖,基部圆形,叶面光泽,黑紫色,有金黄色脉网,叶背面暗红色,主脉 3~7 条弧形,叶柄长约 1 cm,基部鞘状抱茎,总状花序顶生,有 2~5 朵花。其性味:平、甘;清热凉血、祛风利湿。主治:咯血,支气管炎,肾炎,膀胱炎,糖尿病,乳糜尿,血尿,风湿性关节炎,小儿急惊风,毒蛇咬伤。据台湾学者吴青昌编著的《中国本草原色图谱》^[7]记载台湾银线兰 *A. formosanus* 原植物形态特征:“为多年生草本单子叶植物,高 7~15 cm,茎圆柱形,全草肉质,叶互生,平滑全缘,叶脉网状呈白金色而名……”其性平微寒,味甘微苦无毒,入肝脾胃心脾诸经。功能:解热,清火,降血压;主治:肝病、肺癆肺病,遗精、遗漏诸病,兼治胸痛、咳嗽、血虚、血热吐血,肝火、小儿发育不良及毒蛇咬伤等。可见二者植物形态的主要区别是叶脉的颜色,而性味功效极为相似。开唇兰属植物来源及中国主要产地^[1]见表 1。

2 化学成分

2.1 黄酮及苷类

至今为止对兰科开唇兰属植物研究最多的一类化合物是苷类,该类化合物也是本属植物的主要活性成分。黄酮类成分主要为槲皮素、异鼠李素和山奈酚的衍生物。通常糖取代位于 C-3、C-7、C-3'、C-4',单糖取代以葡萄糖为主,双糖取代以芸香糖(Rha αl →6glc)较常见。经报道的黄酮类成分有:槲皮素(1)^[8]、槲皮素-3-O-β-D-葡萄糖苷(异槲皮素)(2)^[9]、槲皮素-7-O-β-D-葡萄糖苷(3)^[10]、槲皮素-3'-O-β-D-葡萄糖苷(4)^[9]、槲皮素-3-O-β-D-芸香

表 1 开唇兰属植物名称与产地

名 称	产 地
被子植物门(Amgiospermac)	
单子叶纲(Monocotyledoneae)	
兰科(Orchidales)	
开唇兰属(Anoectochilus)	
金线兰 <i>A. roxburghii</i>	福建、海南、云南、广西等
台湾银线兰	台湾
<i>A. formosanus</i>	
恒春银线兰	台湾
<i>A. koshunensis</i>	
西南齿唇兰 <i>A. elwesii</i>	台湾、广西、四川、贵州、云南
滇越金线兰	云南
<i>A. chapaensis</i>	
红萼齿唇兰 <i>A. clarkei</i>	西藏
小齿唇兰 <i>A. crispus</i>	云南、西藏
白齿唇兰 <i>A. candidus</i>	台湾
峨眉金线兰	四川
<i>A. emeiensis</i>	
短柱齿唇兰 <i>A. brevistylus</i>	云南、西藏
耿马齿唇兰	云南
<i>A. gengmanensis</i>	
台湾齿唇兰 <i>A. inabai</i>	台湾
滇南开唇兰	云南
<i>A. burmannicus</i>	
齿唇兰 <i>A. lanceolatus</i>	台湾、广东、广西、云南
艳丽齿唇兰	广西、四川、贵州、云南、西藏
<i>A. moulmeinensis</i>	
屏边金线兰	云南
<i>A. pingbianensis</i>	
小片齿唇兰	广东、香港、海南、广西
<i>A. abbreviatus</i>	
一柱齿唇兰 <i>A. tortus</i>	广西、云南、西藏
香港金线兰	香港
<i>A. yungianus</i>	
浙江金线兰	浙江、福建、广西
<i>A. zhejiangensis</i>	

糖苷(芦丁)(5)^[10]、Quercetin 3,4'-dimethylether(6)^[11]、异鼠李素(7)^[9]、异鼠李素-3-O-β-D-葡萄糖苷(8)^[12]、异鼠李素-7-O-β-D-葡萄糖苷(9)^[13]、异鼠李素-3-O-β-D-芸香糖苷(水仙苷)(10)^[11]、异鼠李素-3,4'-O-β-D-二葡萄糖苷(11)^[10]、异鼠李素-3,7-O-β-D-二葡萄糖苷(12)^[10]、鼠李素(13)^[12]、鼠李素-3-O-β-D-葡萄糖苷(14)^[12]、3',4',7-三甲氧基-3,5-二羟基黄酮(15)^[14]、5-羟基-3',4',7-三甲氧

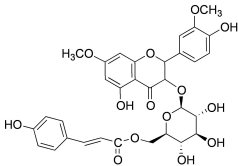
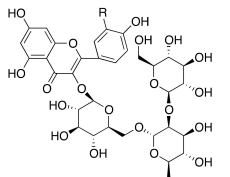
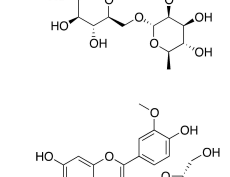
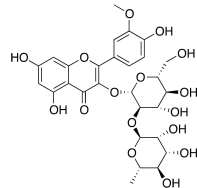
基黄酮醇-3-O-β-D-芸香糖苷(16)^[13]、7-甲氧基-3',4',5-三羟基黄酮醇-3-O-β-D-葡萄糖苷(17)^[15]、quercetin 3,3'-O-β-D-digluco-pyranoside(18)^[16]、5,4'-二羟基-6,7,3'-三甲氧基黄酮(19)^[8]、5,6,3,4'-tetrahydroxy-7,5'-dimethoflavonol-3'-O-glucoside(20)^[17]、山奈酚(21)^[17]、山奈酚-3-O-β-D-葡萄糖苷(22)^[13]、山奈酚-7-O-β-D-葡萄糖苷(23)^[13]、8-对

羟基苜蓿皮素(24)^[9]、quercetin-7-O-β-D-[6''-O-(trans-feruloyl)]-glucopyranoside(25)^[13]、Kaempferol 3-O-(6''-p-coumaroyl)-glucoside(26)^[11]、roxburososide(27)^[15]、elwesoside A(28)^[18]、kaempferol-3-O-β-d-glucopyranosyl(1→2)-α-l-rhamnopyranosyl(1→6)-β-d-glucopyranoside(29)^[18]、异鼠李素-3-O-新橙皮糖苷(30)^[19]等。见表2。

表2 黄酮及黄酮苷类成分的结构

序号	结构	植物归属
1		<i>A. roxburghii</i> <i>A. elwesii</i>
2		<i>A. roxburghii</i>
3		<i>A. roxburghii</i>
4		<i>A. roxburghii</i>
5		<i>A. roxburghii</i> <i>A. elwesii</i>
6		<i>A. roxburghii</i>
7		<i>A. roxburghii</i> <i>A. elwesii</i>
8		<i>A. roxburghii</i> <i>A. formosanus</i> <i>A. elwesii</i>
9		<i>A. roxburghii</i> <i>A. formosanus</i>
10		<i>A. roxburghii</i> <i>A. elwesii</i>
11		<i>A. roxburghii</i>
12		<i>A. roxburghii</i>
13		<i>A. roxburghii</i>
14		<i>A. roxburghii</i>
15		<i>A. roxburghii</i>
16		<i>A. roxburghii</i>
17		<i>A. roxburghii</i>
18		<i>A. formosanus</i>
19		<i>A. roxburghii</i>
20		<i>A. roxburghii</i>
21		<i>A. roxburghii</i>
22		<i>A. roxburghii</i>
23		<i>A. roxburghii</i>
24		<i>A. roxburghii</i>
25		<i>A. roxburghii</i>
26		<i>A. roxburghii</i>

续表

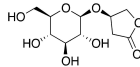
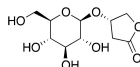
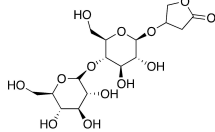
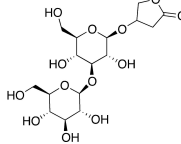
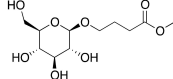
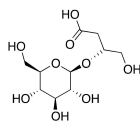
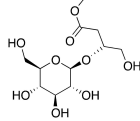
序号	结构	植物归属
27		<i>A. roxburghii</i>
28		<i>A. elwesii</i>
29		<i>A. elwesii</i>
30		<i>A. roxburghii</i>

除了以上黄酮和黄酮苷类成分,对开唇兰属中其他苷类成分研究也比较多。分别有 3(R)- β -D-吡喃葡萄糖氧基-丁酸(γ)内酯(金线莲苷、kinsenoside)(31)^[20-21]、3-O- β -D-葡萄糖苷-(S)-3-羟基- γ -丁内酯(32)^[12]、kinsendioside A(33)^[15]、kinsendioside B(34)^[15]、4- β -D-吡喃葡萄糖氧基-丁酸甲酯(35)^[21]、3(R)-O- β -D-吡喃葡萄糖基-4-羟基-丁酸(36)^[22]、3(R)-O- β -D-吡喃葡萄糖基-4-羟基-丁酸甲酯(37)^[20]、3(R)-O- β -D-吡喃葡萄糖基-4-羟基-丁酸正丁酯(38)^[20]、4-(β -D-吡喃葡萄糖氧基)苯甲醇(天麻素)(39)^[20]、O- β -D-吡喃葡萄糖基-3-吡啶-甲醇(nicoloside)(40)^[20]、(6R,9S)-9-羟基-大甾-4,7-二烯-3-酮-9-O- β -D-吡喃葡萄糖苷(41)^[23]、2-(β -D-吡喃葡萄糖甲基)-5-羟甲基呋喃(42)^[24]、1-O-异丙基- β -D-吡喃葡萄糖苷(43)^[22]、胡萝卜苷(44)^[8]、corchoionoside C(45)^[24]等。见表 3。

2.2 甾醇类

经报道的甾醇类成分有谷甾醇(46)^[25]、豆甾醇(47)^[25]、菜油甾醇(48)^[25]、24-异丙烯基胆甾醇(49)^[25]、开唇兰甾醇(50)^[25]、菜籽甾醇(51)^[23]、Anoectosterol(52)^[23]、羊毛甾醇(53)^[14]、麦角甾醇(54)^[26]、5 α ,8 α -过氧麦甾-22-烯-3 β -醇(55)^[27]等。见表 4。

表 3 苷类(除黄酮苷)成分的结构

序号	结构	植物归属
31		<i>A. roxburghii</i> <i>A. formosanus</i> <i>A. koshunensis</i>
32		<i>A. roxburghii</i>
33		<i>A. roxburghii</i>
34		<i>A. roxburghii</i>
35		<i>A. roxburghii</i>
36		<i>A. formosanus</i>
37		<i>A. formosanus</i> <i>A. koshunensis</i>

续表		
序号	结构	植物归属
38		<i>A. koshunensis</i>
39		<i>A. roxburghii</i> <i>A. formosanus</i> <i>A. koshunensis</i>
40		<i>A. koshunensis</i>
41		<i>A. formosanus</i> <i>A. elwesii</i> <i>A. koshunensis</i>
42		<i>A. formosanus</i>
43		<i>A. formosanus</i>
44		<i>A. roxburghii</i>
45		<i>A. formosanus</i>

表 4 甾醇类成分的结构

序号	结构	植物归属
46		<i>A. roxburghii</i> <i>A. koshunensis</i>
47		<i>A. roxburghii</i> <i>A. koshunensis</i>
48		<i>A. roxburghii</i> <i>A. koshunensis</i>
49		<i>A. roxburghii</i> <i>A. koshunensis</i>
50		<i>A. roxburghii</i>
51		<i>A. koshunensis</i>
52		<i>A. koshunensis</i>

续表		
序号	结构	植物归属
53		<i>A. roxburghii</i>
54		<i>A. roxburghii</i>
55		<i>A. chapaensis</i>

2.3 有机酸类

经报道的有机酸类成分有阿魏酸(56)^[8]、棕榈酸(57)^[25]、琥珀酸(58)^[9]、硬脂酸(59)^[21]、E-3-羟基肉桂酸(60)^[17]、E-2-羟基肉桂酸(61)^[17]、Z-对香豆酸(62)^[12]、E-对香豆酸(63)^[12]、5-羟基阿魏酸(64)^[17]、香草酸(65)^[12]、咖啡酸(66)^[28]等。见表 5。

表 5 有机酸类成分的结构

序号	结构	植物归属
56		<i>A. roxburghii</i>
57		<i>A. roxburghii</i> <i>A. koshunensis</i>
58		<i>A. roxburghii</i>
59		<i>A. roxburghii</i> <i>A. chapaensis</i>
60		<i>A. roxburghii</i>
61		<i>A. roxburghii</i>
62		<i>A. roxburghii</i>
63		<i>A. roxburghii</i>
64		<i>A. roxburghii</i>
65		<i>A. roxburghii</i>
66		<i>A. formosanus</i>

2.4 三萜类

该属中分出的三萜类成分均为五环三萜,包括:齐墩果酸(67)^[29]、熊果酸(68)^[29]、 α -香树脂醇(69)^[12]、 β -香树脂醇(70)^[12]、木栓酮(71)^[25]、3- β -O-olean-11,13(18)-diene-23,28-dioic acid(72)^[30]、Sorghumol(73)^[25]、sorghumol 3-O-Z-p-coumarate(74)^[31]、sorghumol 3-O-E-p-coumarate(75)^[31]、3 β -Methoxyhop-22(29)-ene(76)^[12]、表木栓醇(77)^[30]等。见表6。

表6 三萜类成分的结构

序号	结构	植物归属
67		$R_1 = \text{COOH}, R_2 = \text{H}, R_3 = \text{CH}_3, R_4 = \text{CH}_3$ <i>A. roxburghii</i>
68		$R_1 = \text{COOH}, R_2 = \text{CH}_3, R_3 = \text{CH}_3, R_4 = \text{H}$ <i>A. roxburghii</i>
69		$R_1 = \text{CH}_3, R_2 = \text{CH}_3, R_3 = \text{CH}_3, R_4 = \text{H}$ <i>A. roxburghii</i>
70		$R_1 = \text{CH}_3, R_2 = \text{H}, R_3 = \text{CH}_3, R_4 = \text{CH}_3$ <i>A. roxburghii</i>
71		<i>A. roxburghii</i> <i>A. chapaensis</i>
72		<i>A. elwesii</i>
73		$R = \text{H}$ <i>A. roxburghii</i> <i>A. elwesii</i>
74		$R = \text{p-coumaroyl}$ <i>A. roxburghii</i>
75		$R = \text{p-coumaroyl}$ <i>A. roxburghii</i>
76		<i>A. roxburghii</i>
77		<i>A. elwesii</i> <i>A. chapaensis</i>

2.5 生物碱

该属生物碱类成分较少,有石杉碱甲(78)^[32]、乌头碱(79)^[32]、anoetochine(80)^[31]等。

2.6 核苷类

核苷类化合物是生物细胞维持生命活动的基本组成单元,该属植物中核苷类成分有:胞苷(81)^[33]、胞嘧啶(82)^[28]、次黄嘌呤(83)^[33]、鸟嘌呤(84)^[33]、腺嘌呤(85)^[33]、adenosine(86)^[28]等。见表7。

表7 生物碱和核苷类成分的结构

序号	结构	植物归属
78		<i>A. roxburghii</i>
79		<i>A. roxburghii</i>
80		<i>A. roxburghii</i>
81		$R = \text{ribose}$ <i>A. roxburghii</i>
82		$R = \text{H}$ <i>A. formosanus</i>
83		$R = \text{H}$ <i>A. roxburghii</i>
84		$R = \text{NH}_2$ <i>A. roxburghii</i>
85		<i>A. roxburghii</i>
86		<i>A. formosanus</i>

2.7 挥发油成分

福建组培金线莲中挥发油以十六羧酸甲酯(47.98%)和棕榈酸(20.57%)为主,其次为亚油酸(6.17%)、亚麻酸甲酯(4.07%)和2-十二酮(3.73%)^[34]。海南栽培金线莲中挥发油以正十六烷酸、(Z,Z)-9,12-十八碳二烯酸、(Z,Z,Z)-9,12,15-十八碳三烯酸甲酯、(Z,Z)-9,12-十八碳二烯酸甲酯为主^[35]。台湾组培金线莲的乙醚萃取物中以烷烃类(86.131%)为主,正己烷萃取物中以烷烃类(25.226%)、酚类(23.879%)、脂肪酸(21.348%)及酯类(20.281)为主^[36]。

2.8 多糖类成分

应用柱前衍生化高效液相色谱法分析不同基

源金线莲多糖的单糖组成,花叶开唇兰多糖由甘露糖、半乳糖醛酸、葡萄糖、半乳糖和阿拉伯糖组成,其物质的量之比为 2.52 : 0.53 : 1.00 : 5.07 : 1.58;台湾银线兰多糖由甘露糖、半乳糖醛酸、葡萄糖和半乳糖组成,其物质的量之比 1.10 : 0.50 : 1.00 : 1.92;滇越金线兰多糖由甘露糖、葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸、葡萄糖、半乳糖和阿拉伯糖组成,其物质的量之比为 2.95 : 0.28 : 0.53 : 1.00 : 9.30 : 2.26^[37]。

2.9 微量元素及氨基酸

金线莲中微量元素有: 锌、铁、铜、锰、铬、钙、镁、钼、钴、硒等。氨基酸总量为 8.74%, 其中 8 种必需氨基酸的含量为 3.45%。金线莲中的微量元素含量、氨基酸总含量以及 8 种必需氨基酸的含量均高于国产西洋参和野山参,在抗衰老和抗早衰方面占有重要的地位^[38]。

2.10 其他

该属植物中还含有一些苷元和一些简单的化合物,包括:(s)-3-羟基-γ-丁内酯(87)^[12]、3R(+), 4-二羟基丁酸(γ)内酯(88)^[24]、(S)-3-O-对羟基苜蓿基-γ-丁内酯(kinsenenol)(89)^[12,15]、kinsenone(90)^[16]、5-羟甲基糠醛(91)^[12]、烟酰胺(92)^[28]、对羟基苯甲醛(93)^[8]、对羟基苯甲酸(94)^[12]、对羟基苯甲醇(95)^[12]、邻苯二酚(96)^[21]、十六烷酸-2, 3-二羟基丙酯(97)^[12]、邻苯二甲酸二丁酯(98)^[30]、3-甲氧基-对羟基苯甲醛(99)^[14]、3-吡啶甲醇(100)^[39]、十八烷(101)^[27]等。见表 8。

表 8 其他类成分的结构

序号	结构	植物归属
87		<i>A. roxburghii</i>
88		<i>A. formosanus</i>
89		<i>A. roxburghii</i>
90		<i>A. formosanus</i>
91		<i>A. roxburghii</i>
92		<i>A. formosanus</i>

续表

序号	结构	植物归属
93		<i>A. roxburghii</i>
94		<i>A. roxburghii</i>
95		<i>A. roxburghii</i>
96		<i>A. roxburghii</i>
97		<i>A. roxburghii</i>
98		<i>A. elwesii</i>
99		<i>A. roxburghii</i>
100		<i>A. roxburghii</i>
101		<i>A. chapaensis</i>

3 小结与讨论

兰科开唇兰属植物在中国民间有着较为悠久的药用历史,且在治疗各种常见慢性病如: 支气管炎、肾炎、膀胱炎、糖尿病、血尿、风湿性关节炎、急慢性肝病、高血压、动脉硬化、脑血栓等均有辅助功效,对于小儿高烧不退、湿疹等具有非常好的治疗效果。近年来,随着兰科开唇兰属植物化学成分研究的不断深入,各种常见的药用化学成分不断被发现。目前已知的化学成分主要包括黄酮及苷类、甾醇类、三萜类、生物碱类、挥发油类、多糖类、微量元素及氨基酸等,其中黄酮及苷类成分至今仍然是学术界研究的重点。虽然传统医学和现代药学都证明该属植物具有较高的药用价值,但市场上含有该属植物药材的制剂却非常少,而目前其作为茶叶销售的却非常多。因此应加大该属植物的药理活性方面的研究工作并尽快建立一套科学可靠的质量控制方法,以保证该属植物药用价值的开发利用。

参 考 文 献

[1] 中国科学院中国植物志编委. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 2000.

[2] 福建省食品药品监督管理局. 福建省中药材标准(2006 年

- 版) [S]. 福州:海风出版社,2006:154-157.
- [3] 郑纯,黄以钟. 金线莲的生药鉴定[J]. 中药材, 1997, 20(11): 552-554.
 - [4] 胡珊梅,张启国,周涵韬,等. RAPD 法在金线莲的鉴别研究中的应用[J]. 中草药, 2002, 33(10): 949-950.
 - [5] SU, Horng-Jye. Orchidaceae [J]. 2 版. 台湾植物志, 2000, 38(5): 746.
 - [6] 福建中医药研究所. 福建药物志 [M]. 2 版. 福州: 福建科技出版社, 1982.
 - [7] 吴青昌. 中国本草原色图谱 [M]. 台北: 台湾药草出版社, 1981.
 - [8] 何春年,王春兰,郭顺星,等. 福建金线莲的化学成分研究 II [J]. 中国中药杂志, 2005, 30(10): 761-763.
 - [9] 何春年,王春兰,郭顺星,等. 福建金线莲的化学成分研究 [J]. 中国药学杂志, 2005, 40(8): 581-583.
 - [10] 关璟,王春兰,郭顺星. 福建产金线莲中黄酮苷成分的研究 [J]. 中草药, 2005, 36(10): 1450-1453.
 - [11] 王晓雪. 福建金线莲粗提物多组分的快速质谱分析方法及 NMR/RRLC-MC 相关谱分析方法研究 [D]. 北京: 北京协和医学院清华大学医学部, 2011.
 - [12] 徐静. 金线莲化学成分及脱氧鬼臼衍生物活性研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2011.
 - [13] He C N, Wang C L, Guo S X, et al. A Novel Flavonoid Glucoside from *Anoectochilus roxburghii* (Wall.) Lindl [J]. Journal of Integrative Plant Biology, 2006, 48(3): 359-363.
 - [14] 杨秀伟,韩美华,靳彦平. 金线莲化学成分的研究 [J]. 中药材, 2007, 30(7): 797-800.
 - [15] Liu Q, Ha W, Liu Z, et al. 3-Hydroxybutanolide derivatives and flavonoid glucosides from *Anoectochilus roxburghii* [J]. Phytochemistry Letters, 2014(8): 109-115.
 - [16] Wang S Y, Kuo Y H, Chang H N, et al. Profiling and characterization antioxidant activities in *Anoectochilus formosanus* Hayata [J]. Journal of agricultural and food chemistry, 2002, 50(7): 1859-1865.
 - [17] Wang X X, He J M, Wang C L, et al. Simultaneous structural identification of natural products in fractions of crude extract of the rare endangered plant *Anoectochilus roxburghii* using 1H NMR/RRLCMS parallel dynamic spectroscopy [J]. International journal of molecular sciences, 2011, 12(4): 2556-2571.
 - [18] Cai J, Zhao L, Zhu E. A new flavonoltriglycoside derived from *Anoectochilus elwesii* on stimulating glucose uptake in insulin-induced human HepG2 cells [J]. Natural product research, 2015, 29(15): 1414-1418.
 - [19] 黄丽萍,黄丽英,林守二,等. 液-质联用分析金线莲中 4 种黄酮类化合物 [J]. 福建医科大学学报, 2015, 49(2): 72-77.
 - [20] Ito A, Kasai R, Yamasaki K, et al. Aliphatic and aromatic glucosides from *Anoectochilus koshunensis* [J]. Phytochemistry, 1993, 33(5): 1133-1137.
 - [21] 蔡金艳,宫立孟,张勇慧,等. 金线莲化学成分的研究 [J]. 中药材, 2008, 3(3): 370-372.
 - [22] Du XM, Yoshizawa T, Shoyama Y. Butanoic acid glucoside composition of whole body and in vitro plantlets of *Anoectochilus formosanus* [J]. Phytochemistry, 1998, 49(7): 1925-1928.
 - [23] Ito A, Yasumoto K, Kasai R, et al. A sterol with an unusual side chain from *Anoectochilus koshunensis* [J]. Phytochemistry, 1994, 36(6): 1465-1467.
 - [24] Du X M, Sun N Y, Irino N, et al. Glycosidic constituents from in vitro *Anoectochilus formosanus* [J]. Chemical & pharmaceutical bulletin, 2000, 48(11): 1803-1804.
 - [25] 何春年,王春兰,郭顺星,等. 福建金线莲的化学成分研究 III [J]. 天然产物研究与开发, 2005, 17(3): 259-262.
 - [26] Huang L, Cao Y, Xu H, et al. Separation and purification of ergosterol and stigmaterol in *Anoectochilus roxburghii* (wall.) Lindl by high-speed counter-current chromatography [J]. Journal of separation science, 2011, 34(4): 385-392.
 - [27] 王义娜,蔡金艳,赵林,等. 滇越金线兰化学成分研究 [J]. 中药材, 2012, 35(6): 911-913.
 - [28] Yang N S, Shyur L F, Chen C H, et al. Medicinal herb extract and a single-compound drug confer similar complex pharmacogenomic activities in mcf-7 cells [J]. Journal of Biomedical Science, 2004, 11(3): 418-422.
 - [29] Huang L, Chen T, Ye Z, et al. Use of liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization-ion trap mass spectrometry for identification of oleanolic acid and ursolic acid in *Anoectochilus roxburghii* (wall.) Lindl [J]. Journal of mass spectrometry, 2007, 42(7): 910-917.
 - [30] Cai J, Zhao L, Zhu E, et al. Stimulating effect of a new triterpene derived from *Anoectochilus elwesii* on glucose uptake in insulin-resistant human HepG2 cells [J]. Natural product research, 2014, 28(23): 2163-2168.
 - [31] Han M H, Yang X W, Jin Y P. Novel triterpenoid acyl esters and alkaloids from *Anoectochilus roxburghii* [J]. Phytochemical Analysis, 2008, 19(5): 438-443.
 - [32] 朱善岚. 金线莲活性成分的分析 [D]. 福州: 福建医科大学, 2010.
 - [33] 吴萍萍. 金线莲活性物质分析及药材质量评价 [D]. 福州: 福建医科大学, 2013.
 - [34] 陈焰,陈新峰,阙万才,等. 金线莲挥发油成分的提取及其体外抗肿瘤作用研究 [J]. 中国药业, 2012, (6): 21-22.
 - [35] 韩美华,杨秀伟,靳彦平. 金线莲挥发油化学成分的研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2006, 18(1): 65-68.
 - [36] 柯伙钊,陈文娟,吴水华,等. GC-MS 法分析台湾组培金线莲挥发油化学成分 [J]. 中成药, 2010, 32(11): 2014-2017.
 - [37] 吴岩斌,张秀才,易骏,等. 柱前衍生化 HPLC 法测定不同基源金线莲多糖的单糖组成 [J]. 中国药房, 2015, 26(15): 2116-2119.
 - [38] 王振登,杨春波. 金线莲中微量元素及氨基酸的分析测定 [J]. 福建中医学院学报, 1993, 3(2): 100-101.
 - [39] 黄可,黄丽英,吴萍萍,等. 液相色谱-电喷雾电离/离子阱质谱法分析金线莲中 3-吡啶甲醇 [J]. 分析测试技术与仪器, 2011, 17(3): 129-133.

(收稿日期: 2016-01-13)

(本文编辑: 韩虹娟)