广西植物 Guihaia Aug. 2026, 46(8): 1353-1371 http://www.guihaia-journal.com

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw202508044

张国霞, 杨莹, 周鑫伟, 等, 2026. 金果榄萜类化学成分及现代应用研究进展 [J]. 广西植物, 46(8): 1353-1371.
Zhang G X, Yang Y, Zhou X W, et al., 2026. Research progress on terpenoid chemical constituents and modern applications of Tinosporae Radix [J]. Guihaia, 46(8): 1353-1371.

金果榄萜类化学成分及现代应用研究进展

张国霞[1,2], 杨 莹[3], 周鑫伟[1], 周 颖[1], 仇 硕[4], 张家春[1,2*], 孙 超[5*]

(1. 贵州省植物园, 贵阳 550004; 2. 贵州中医药大学 药学院, 贵阳 550025; 3. 遵义市种植业发展服务中心, 贵州 遵义 563000; 4. 广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西 桂林 541006; 5. 贵州省天然产物研究中心, 贵阳 550014)

摘 要: 金果榄(Tinosporae Radix)为防己科青牛胆属植物青牛胆(*Tinospora sagittata*)或金果榄(*T. capillipes*)的干燥块根,是传统中药及壮族、侗族等民族常用药材资源,在我国主产于陕西、江西、广西、贵州等地。金果榄含有丰富的生物活性物质,具有清热解毒、利咽、止痛的功效,用于治疗咽喉肿痛、痈疽疔毒、脘腹疼痛等。近年来,随着中医药现代化的快速发展,金果榄因其多靶点药理活性及广泛应用潜力,成为天然药物与功能性食品领域的研究热点。目前,从金果榄中鉴定出的萜类化合物种类有倍半萜、二萜及三萜类。现代药理学研究表明,金果榄中萜类化合物具有抗炎、镇痛、抗菌、抗肿瘤、抑制体内酶活性及调节免疫等生物活性。在现代应用方面,金果榄已形成涵盖药品、食品、日化用品、饲料添加剂及兽药的全产业链开发模式,具有较高的药用价值及应用开发价值,因此加强金果榄副产品的创新制作具有重要意义。该文结合国内外相关文献,从萜类化学成分及其药理活性和现代应用角度出发,全面梳理了金果榄在传统医药、现代临床制剂、兽药、日化用品及食品等领域的创新应用,以期进一步深入开展金果榄的相关研究。同时,对金果榄应用研究方面进行了分析并提出建议,为金果榄的深入研究和资源开发利用提供了参考。

关键词: 金果榄, 化学成分, 药理作用, 安全性评价, 现代应用

中图分类号: Q946 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2026)08-1353-19

Research progress on terpenoid chemical constituents and modern applications of Tinosporae Radix

ZHANG Guoxia[1,2], YANG Ying[3], ZHOU Xinwei[1], ZHOU Ying[1], QIU Shuo[4], ZHANG Jiachun[1,2*], SUN Chao[5*]

(1. *Guizhou Botanical Garden*, Guiyang 550004, China; 2. *College of Pharmacy*, *Guizhou University of Traditional Chinese Medicine*, Guiyang 550025, China; 3. *Zunyi Plantation Development Service Center*, Zunyi 563000, Guizhou, China; 4. *Guangxi Institute of Botany*, *Chinese Academy of Sciences*, *Guangxi Zhuang Autonomous Region*, Guilin 541006, Guangxi, China; 5. *Guizhou Natural Products Research Center*, Guiyang 550014, China)

收稿日期: 2025-11-14 **接受日期:** 2026-03-04

基金项目: 贵州省科技计划项目(黔科合支撑[2021]一般491); 贵州省高层次创新型人才培养项目(黔科合平台人才[2016]5666)。

第一作者: 张国霞(2000—),硕士研究生,研究方向为中药学,(E-mail)zhangguoxia2024@163.com。

*通信作者: 张家春,正高级工程师,研究方向为药用植物栽培,(E-mail)zhangjiachun198806@163.com; 孙超,研究员,研究方向为中药栽培与创新利用研究,(E-mail)chao_sun2000@hotmail.com。

Abstract: Tinosporae Radix is the dried tuber root of *Tinospora sagittata* or *T. capillipes*, a perennial vine belonging to the genus *Tinospora* within the family Menispermaceae. It is officially documented in "Pharmacopoeia of the People's Republic of China". As a well-established traditional Chinese medicine and a common medicinal resource among ethnic groups including the Zhuang and Dong, it is primarily cultivated in the areas such as Shaanxi, Jiangxi, Guangxi, and Guizhou. Tinosporae Radix is rich in diverse bioactive compounds and is pharmacologically recognized for its efficacy in clearing heat, detoxifying, relieving sore throat, and alleviating pain. It is clinically indicated for the treatment of pharyngitis, carbuncles, boils, and epigastric pain. Recent advancements in the modernization of traditional Chinese medicine have heightened research interest in Tinosporae Radix, owing to its multi-target pharmacological profile and broad application potential, positioning it as a focal point in natural medicine and functional food research. To date, terpenoids identified from Tinosporae Radix encompass sesquiterpenes, diterpenes, and triterpenes. Contemporary pharmacological researches have demonstrated that these terpenoids exhibit a spectrum of biological activities, such as anti-inflammatory, analgesic, antimicrobial, antitumor, enzyme inhibitory, and immunomodulatory effects and so on. In terms of modern practical applications, Tinosporae Radix has been integrated into a comprehensive industrial chain spanning pharmaceuticals, food products, daily chemicals, feed additives, and veterinary medicine, underscoring its significant medicinal value and developmental value. Therefore, enhancing the innovative processing and utilization of its by-products is therefore of considerable importance. This review consolidates domestic and international literatures to provide a systematic overview of the innovative applications of Tinosporae Radix in traditional medicine, modern clinical formulations, veterinary practice, daily chemicals, and the food industry, with a specific focus on its terpenoid constituents, associated pharmacological activities, and contemporary uses. The aim is to facilitate further in-depth fundamental research. Additionally, this analysis critically assesses current application-oriented studies and offers prospective recommendations, intending to serve as a reference for advancing scholarly inquiry and promoting the sustainable resource utilization of Tinosporae Radix.

Key words: Tinosporae Radix, chemical constituent, pharmacological effects, safety evaluation, modern applications

金果榄,别名九牛胆、地苦胆、九龙胆(杨秀全等,2025),首次记载于清代《百草镜》中(冯世鑫和闫志刚,2021),其为防己科青牛胆属植物青牛胆(*Tinospora sagittata*)或金果榄(*T. capillipes*)的干燥块根,属于我国重点管理的传统中药材(国家药典委员会,2020)。青牛胆和金果榄主要分布于陕西、江西、湖北、湖南、广东、广西、贵州、四川、云南等地区(国家中医药管理局,1999)。临床上常用于咽喉肿痛、痈疽疔毒、脘腹疼痛等症。金果榄的化学成分主要有萜类、生物碱类、甾体类、脂肪酸类及其他类化合物(Jia et al.,2024)。据统计,萜类化合物数量最多,占 41.53%,以克罗烷型二萜类为主;生物碱类次之,占 21.61%;甾体类和脂肪酸类分别占 15.25%和 13.14%;其他类化合物占 8.47%。由此可知,金果榄富含萜类化合物,尤其是结构独特、活性显著的克罗烷型二萜类,是其发挥药效作用的重要物质基础,具有较大的开发前景(van Huyen et al., 2025)。萜类化合物还广泛存在于青牛胆属(van Huyen et al., 2025)、杜仲属(李民学等,2024)、大戟属(王能,2023)、荚蒾属(沈淑双,2022)、悬钩子属(郭寒,2016)、黄芩属(陈欣等,2016)、牡荆属(胡苹,2016)、筋骨草属(蔡祯艳等,2014)等植物中,具有抗炎、镇痛、抗肿瘤等多种药理作用。

近年来,金果榄应用领域不断拓展,在食品、保健品、饲料添加剂、兽药及日化用品等领域均展现出潜在的应用价值,但相关功能产品开发及产业化进程仍处于初步阶段。虽然金果榄中萜类成分具有多种药理活性,但系统性研究仍然较弱,并且作用机制尚未明晰,制约了其临床应用与新药开发。因此,深入研究药理作用机制以提升其在医药和其他应用领域的重要性,显得尤为迫切,这也对金果榄的多功能综合开发提出了更高的要求,特别是萜类化合物的药理活性潜力亟待挖掘。目前,缺乏对金果榄萜类成分及其现代应用研究进展的系统梳理与总结。因此,本文较为全面地对国内外关于金果榄的萜类化学成分及其药理活性和现代应用研究 3 个方面进行综述,分析了金果榄萜类活性成分

在药理学中的潜在价值，并对其机制进行了探讨。此外，本文还统计了以金果榄为原料的临床应用制剂、兽药及保健食品，以期为金果榄深度开发与资源合理利用提供一定的科学依据。

1　金果榄萜类化合物研究现状

萜类化合物是自然界中分布广泛、结构多样且具有显著生物活性的重要天然产物，在中药有效成分中占据重要地位。金果榄作为传统中药材，其化学成分以萜类为主。为探索金果榄中萜类化合物与药理活性的关系，并为未来研究者提供金果榄萜类化合物较为全面的信息，本研究通过中国知网、万方、Pubmed 等平台收集整理并归纳国内外金果榄中萜类化合物及其药理活性，结果见表 1。结果显示，目前已在金果榄中鉴定出 104 个萜类化合物，包括倍半萜（**1**）、二萜（**2-90**）和三萜（**91-104**）。金果榄萜类化合物中（**2-81**）是克罗烷型，其中 **2-55** 是呋喃环克罗烷型，克罗烷型二萜类化合物具有特征性的反式十氢化萘骨架结构，是植物次生代谢的重要产物（韦春玲等，2022），金果榄倍半萜和二萜类化合物结构见图 1 和图 2。克罗烷型二萜类化合物具有多种药理活性，包括抗炎镇痛、抗肿瘤、抗菌以及调节免疫活性等作用（Li G H et al.，2016；吕福杰等，2024）。在 104 个萜类化合物中，有 44 个成分具有药理活性，主要以抗炎、抗菌、抗肿瘤、抑制体内酶活性居多，可能与其结构有关。古伦宾作为金果榄的活性成分和质量控制指标，属于典型的克罗烷型二萜类化合物，统计显示，古伦宾具有多种显著的生物活性，包括抗炎、镇痛、抑制体内酶活性、抗肿瘤及降血糖等。2024—2025 年在金果榄中新发现的萜类化合物有 32 个，其中有 7 个是五环三萜类，发挥解痉的作用，这是第一次从金果榄中发现三萜类成分具解痉活性，为金果榄药理活性多样性研究提供坚实的物质基础，金果榄中三萜类化合物结构见图 3。鉴定手段有红外光谱（infrared spectroscopy，IR spectroscopy）、紫外光谱（ultraviolet spectroscopy，UV spectroscopy）、电子圆二色谱（electronic circular dichroism，ECD）、核磁共振波谱（nuclear magnetic resonance，NMR）、高分辨质谱（high-resolution electrospray ionization mass spectrometry，HR-ESI-MS）、X 射线单晶衍射等。2024—2025 年在金果榄中新发现的萜类化合物的化学结构鉴定特征见表 2。综上，随着现代分析手段的不断发展，从金果榄中鉴定出更多的萜类化学成分，这为研究金果榄化学成分及其药理活性多样性奠定了一定的物质基础。虽然在金果榄中共鉴定出 104 个萜类化合物，但具有药理活性的成分只有 43 个，以后应加大其药理活性研究，挖掘更多的药理活性，为提高金果榄药用价值提供更多的科学依据。

1.1 金果榄中具有抗炎活性的萜类化合物

金果榄萜类化合物的主要药理活性有抗炎、抗菌、抗肿瘤、抑制体内酶活性、解痉等。目前，经研究证实可发挥抗炎作用的萜类化合物有 15 个，分别为 Tinocapill B（**57**）、古伦宾（Columbin）（**6**）、Tinosporol B（**9**）、Tinosporol C（**59**）、Fibaruretin H（**17**）、Fibaruretin I（**18**）、Tinophylloloside（**23**）、Tinotanoid B（**61**）、Tinotanoid K（**28**）、Tinotanoid L（**38**）、Tinosporins C（**63**）、Tinospinoside B（**36**）、Tinospinoside C（**29**）、Tinocapills C（**76**）、Tinocapills D（**77**）。有研究表明，Tinocapill B（**57**）、Tinosporol B（**9**）、Fibaruretin H（**17**）、Fibaruretin I（**18**）、Tinotanoid B（**61**）、Tinosporins C（**63**）对中枢神经小胶质细胞（BV2）具有抑制作用，在体外发挥抗神经炎活性，其中 Fibaruretin H（**17**）、Fibaruretin I（**18**）、Tinotanoid B（**61**）、Tinosporins C（**63**）的 IC_{50} 值分别为（35.65±2.39）、（9.11±0.53）、（9.56±0.69）、（11.12±0.70）μmol · L^{-1}（Li G H et al.，2016；杨开诚，2022；Song J Q et al.，2024；吕福杰等，2024）。Tinosporol C（**59**）、Tinotanoid K（**28**）、Tinotanoid L（**38**）、Tinocapills C（**76**）、Tinocapills D（**77**）对脂多糖诱导的 RAW264.7 细胞炎症因子有显著抑制作用，具有减轻 RAW264.7 细胞炎症反应的潜力（徐德峰，2022；Song Y Z et al.，2024；Li H L et al.，2025）。综上，金果榄具有较强的抗炎作用，萜类成分在其中发挥重要作用，既可治疗外周炎症，又可潜在地干预中枢神经炎症。Fibaruretin I（**18**）和 Tinotanoid B（**61**）有较强的抗神经炎活性，是治疗神经炎症性疾病的优选化合物，具有较高的药用价值。

1.2 金果榄中具有抗菌活性的萜类化合物

金果榄中具有抗菌活性的成分有 Tinocapill A（**56**）、Tinocapill B（**57**）、Tinocapills A（**48**）、Tinocapills B（**49**）、Crispinoid L（**78**）、千金子素 L8

表 1 金果榄中萜类化合物

Table 1 Terpenoid compounds in Tinosporae Radix

编号 No.	化合物名称 Compound name	分子式 Formula	药理活性 Pharmacological activity	植物来源 Plant source	参考文献 Reference
1	Drummondol	$C_{13}H_{20}O_4$	—	青牛胆 *T. sagittata*	杨开诚, 2022
2	Crispene A	$C_{20}H_{22}O_5$	—	青牛胆 *T. sagittata*, 金果榄 *T. capillipes*	吕福杰等, 2024
3	Borapetol A	$C_{20}H_{24}O_7$	—	金果榄 *T. capillipes*	吕福杰等, 2024
4	Tinotanoid E	$C_{26}H_{32}O_{11}$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Song J Q et al., 2024
5	Tordifolioside A	$C_{22}H_{32}O_{13}$	—	金果榄 *T. capillipes*	王晶晶等, 2023
6	古伦宾 Columbin	$C_{20}H_{22}O_6$	镇痛、抗炎、抗肿瘤、抑制体内酶活性、免疫调节活性、降血糖 Analgesic, anti-inflammatory, anti-tumor, inhibitory activity against enzymes, immunomodulatory, and hypoglycemic effects	青牛胆 *T. sagittata*, 金果榄 *T. capillipes*	吕福杰等, 2024; Huang et al., 2025
7	异古伦宾 Isocolumbin	$C_{20}H_{22}O_6$	—	青牛胆 *T. sagittata*, 金果榄 *T. capillipes*	杨开诚, 2022
8	Palmatoside C	$C_{26}H_{32}O_{11}$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Huang et al., 2010
9	Tinosporol B	$C_{23}H_{26}O_8$	抗炎 Anti-inflammatory	金果榄 *T. capillipes*	吕福杰等, 2024
10	Borapetol B	$C_{21}H_{26}O_7$	—	青牛胆 *T. sagittata*	徐德峰, 2022
11	金果榄内酯 A Tinocallone A	$C_{19}H_{22}O_4$	抗肿瘤、抗糖基化 Anti-tumor and anti-glycation	青牛胆 *T. sagittata*	Zhang et al., 2016; Huang et al., 2025
12	金果榄内酯 B Tinocallone B	$C_{19}H_{22}O_4$	—	金果榄 *T. capillipes*	王晶晶等, 2023
13	金果榄内酯 C Tinocallone C	$C_{19}H_{22}O_4$	抗肿瘤 Anti-tumor	金果榄 *T. capillipes*	Song J Q et al., 2024; 王彬, 2016
14	Fibaruretin B	$C_{23}H_{30}O_6$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Jiang et al., 2014
15	Fibaruretin G	$C_{19}H_{20}O_4$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Zhang et al., 2016
16	金果榄素 A Tinocapillin A	$C_{19}H_{20}O_4$	抗肿瘤 Anti-tumor	金果榄 *T. capillipes*	王彬, 2016
17	Fibaruretin H	$C_{19}H_{20}O_5$	抗神经炎活性 Anti-neuroinflammatory activity	青牛胆 *T. sagittata*	杨开诚, 2022
18	Fibaruretin I	$C_{19}H_{20}O_5$	抗神经炎活性 Anti-neuroinflammatory activity	青牛胆 *T. sagittata*	杨开诚, 2022
19	Sagitone	$C_{19}H_{23}O_5$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Huang et al., 2010
20	去氧藤黄苦素 Fibleucin	$C_{20}H_{20}O_6$	—	青牛胆 *T. sagittata*, 金果榄 *T. capillipes*	Huang et al., 2010
21	Tinospinoside E	$C_{26}H_{30}O_{11}$	抗肿瘤 Anti-tumor	青牛胆 *T. sagittata*	Huang et al., 2012; Jiang et al., 2014
22	Tinospin E	$C_{20}H_{20}O_6$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Huang et al., 2012
23	金果榄菲苷 Tinophylloloside	$C_{27}H_{36}O_{11}$	抗炎、抗糖基化 Anti-inflammatory and anti-glycation	青牛胆 *T. sagittata*	Huang et al., 2010; Huang et al., 2025
24	Epitinophylloloside	$C_{27}H_{36}O_{11}$	—	青牛胆 *T. sagittata*, 金果榄 *T. capillipes*	Huang et al., 2010
25	Tinotanoid F	$C_{26}H_{34}O_{12}$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Song J Q et al., 2024
26	Fibrauretin B	$C1_9H_{22}O_7$	—	青牛胆 *T. sagittata*	van Huyen et al., 2025
27	Tinotanoid G	$C_{35}H_{40}O_{15}$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Song J Q et al., 2024
28	Tinotanoid K	$C_{20}H_{20}O_7$	抗炎 Anti-inflammatory	青牛胆 *T. sagittata*	Li H L et al., 2025

续表 1

编号 No.	化合物名称 Compound name	分子式 Formula	药理活性 Pharmacological activity	植物来源 Plant source	参考文献 Reference
29	Tinospinoside C	$C_{27}H_{36}O_{12}$	抗炎、抗肿瘤 Anti-inflammatory and anti-tumor	青牛胆 *T. sagittata*	Li et al., 2012; Jiang et al., 2014
30	Tinosporins B	$C_{20}H_{22}O_7$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Huang et al., 2025
31	金果榄苷 Tinoside	$C_{26}H_{32}O_{11}$	镇痛、抗糖基化、免疫调节活性 Analgesic, anti-glycation and immunomodulatory	青牛胆 *T. sagittata*, 金果榄 *T. capillipes*	王晶晶等, 2023
32	8-Hydroxycolumbin	$C_{20}H_{22}O_7$	—	青牛胆 *T. sagittata*	杨开诚, 2022; Song J Q et al., 2024
33	Tinotanoid I	$C_{21}H_{26}O_6$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Li H L et al., 2025
34	Tinotanoid J	$C_{21}H_{26}O_6$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Li H L et al., 2025
35	Tinospinoside A	$C_{27}H_{36}O_{12}$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Li et al., 2012
36	Tinospinoside B	$C_{27}H_{36}O_{11}$	抗炎 Anti-inflammatory	青牛胆 *T. sagittata*	Li et al., 2012
37	Tinophyllol	$C_{21}H_{26}O_6$	—	青牛胆 *T. sagittata*	杨开诚, 2022
38	Tinotanoid L	$C_{23}H_{26}O_8$	抗炎 Anti-inflammatory	青牛胆 *T. sagittata*	Li H L et al., 2025
39	Tinosporins A	$C_{21}H_{26}O_8$	抗肿瘤 Anti-tumor	青牛胆 *T. sagittata*	Qin et al., 2015; Li R T et al., 2016
40	Tinospinoside D	$C_{27}H_{36}O_{13}$	抑制体内酶活性 Inhibition of enzymatic activity	青牛胆 *T. sagittata*	Li G H et al., 2016
41	金果榄素 B Tinocapillin B	$C_{19}H_{24}O_4$	抗肿瘤 Anti-tumor	金果榄 *T. capillipes*	王彬, 2016
42	金果榄素 C Tinocapillin C	$C_{19}H_{26}O_4$	抗肿瘤 Anti-tumor	金果榄 *T. capillipes*	王彬, 2016
43	Sagittatayunnanoside B	$C_{33}H_{50}O_{17}$	抗肿瘤 Anti-tumor	青牛胆 *T. sagittata*	Jiang et al., 2014
44	Tinosagittone A	$C_{21}H_{24}O_6$	—	青牛胆 *T. sagittata*	王晶晶等, 2023
45	Tinosagittone B	$C_{21}H_{24}O_6$	—	青牛胆 *T. sagittata*	王晶晶等, 2023
46	6-Hydroxy columbin	$C_{20}H_{22}O_7$	—	青牛胆 *T. sagittata*	王晶晶等, 2023
47	Sagittatide	$C_{33}H_{46}O_{16}$	—	青牛胆 *T. sagittata*	黄相中等, 2013
48	Tinocapills A	$C_{21}H_{24}O_6$	抗菌 Anti-bacterial	金果榄 *T. capillipes*	Song Y Z et al., 2024
49	Tinocapills B	$C_{20}H_{22}O_6$	抗菌 Anti-bacterial	金果榄 *T. capillipes*	Song Y Z et al., 2024
50	Borapetoside E	$C_{27}H_{36}O_{11}$	—	青牛胆 *T. sagittata*	徐德峰, 2022
51	Camerounin	$C_{20}H_{20}O_7$	—	青牛胆 *T. sagittata*	杨开诚, 2022
52	Tinosagins A	$C_{20}H_{20}O_7$	抑制体内酶活性、降血糖 Inhibition of enzymatic activity and hypoglycemic	青牛胆 *T. sagittata*	Li Z J et al., 2025
53	Tinosagins B	$C_{20}H_{22}O_6$	抑制体内酶活性、降血糖 Inhibition of enzymatic activity and hypoglycemic	青牛胆 *T. sagittata*	Li Z J et al., 2025
54	Tinosagins C	$C_{19}H_{20}O_4$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Li Z J et al., 2025
55	Tinosagins D	$C_{19}H_{22}O_4$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Li Z J et al., 2025
56	Tinocapill A	$C_{21}H_{24}O_7$	抗菌 Anti-bacterial	金果榄 *T. capillipes*	吕福杰等, 2024; Huang et al., 2025
57	Tinocapill B	$C_{21}H_{24}O_7$	抗炎、抗菌 Anti-inflammatory and anti-bacterial	金果榄 *T. capillipes*	吕福杰等, 2024; Huang et al., 2025
58	Floridolide B	$C_{20}H_{28}O_5$	—	青牛胆 *T. sagittata*, 金果榄 *T. capillipes*	吕福杰等, 2024

续表 1

编号 No.	化合物名称 Compound name	分子式 Formula	药理活性 Pharmacological activity	植物来源 Plant source	参考文献 Reference
59	Tinosporol C	$C_{21}H_{24}O_7$	抑制体内酶活性、抗炎 Inhibition of enzymatic activity and anti-inflammatory	青牛胆 *T. sagittata*	徐德峰, 2022; Huang et al., 2025
60	Tinotanoid A	$C_{20}H_{22}O_8$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Song J Q et al., 2024
61	Tinotanoid B	$C_{21}H_{24}O_8$	抗神经炎活性 Anti-neuroinflammatory activity	青牛胆 *T. sagittata*	Song J Q et al., 2024; 杨开诚, 2022
62	Tinotanoid C	$C_{20}H_{22}O_8$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Song J Q et al., 2024
63	Tinosporins C	$C_{21}H_{24}O_8$	抗神经炎活性、抑制体内酶活性 Anti-neuroinflammatory and inhibition of enzymatic activity	青牛胆 *T. sagittata*	Li G H et al., 2016; 杨开诚, 2022
64	Tinotanoid D	$C_{20}H_{22}O_8$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Song J Q et al., 2024
65	Tinotanoid H	$C_{22}H_{30}O_{10}$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Song J Q et al., 2024
66	Tinosporins D	$C_{24}H_{34}O_{10}$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Li G H et al., 2016
67	Tinotanoid M	$C_{21}H_{22}O_8$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Li H L et al., 2025
68	Tinotanoid N	$C_{21}H_{22}O_8$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Li H L et al., 2025
69	Tinotanoid O	$C_{22}H_{24}O_8$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Li H L et al., 2025
70	Sagittatayunnanoside A	$C_{27}H_{40}O_{10}$	抗肿瘤、抑菌 Anti-tumor and anti-bacterial	青牛胆 *T. sagittata*	Jiang et al., 2014
71	Sagittatayunnanoside C	$C_{32}H_{48}O_{15}$	抗肿瘤 Anti-tumor	青牛胆 *T. sagittata*	Jiang et al., 2014
72	Sagittatin C	$C_{33}H_{50}O_{15}$	—	青牛胆 *T. sagittata*	黄相中等, 2013
73	Sagittatayunnanoside D	$C_{26}H_{36}O_{11}$	抗肿瘤、抑菌 Anti-tumor and anti-bacterial	青牛胆 *T. sagittata*	Jiang et al., 2014
74	Tinocapilactone A	$C_{25}H_{34}O_9$	—	金果榄 *T. capillipes*	王晶晶等, 2023
75	Tinocapilactone B	$C_{23}H_{30}O_8$	—	金果榄 *T. capillipes*	王晶晶等, 2023
76	Tinocapills C	$C_{23}H_{30}O_8$	抗炎 Anti-inflammatory	金果榄 *T. capillipes*	Song Y Z et al., 2024
77	Tinocapills D	$C_{23}H_{30}O_8$	抗炎 Anti-inflammatory	金果榄 *T. capillipes*	Song Y Z et al., 2024
78	Crispinoid L	$C_{20}H_{26}O_5$	抗菌 Anti-bacterial	金果榄 *T. capillipes*	Song Y Z et al., 2024
79	Bistinospinoside A	$C_{52}H_{64}O_{22}$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Li et al., 2017
80	Bistinospinoside B	$C_{52}H_{64}O_{22}$	—	青牛胆 *T. sagittata*	Li et al., 2017
81	Floribundic acid glucoside	$C_{26}H_{34}O_{11}$	—	青牛胆 *T. sagittata*	杨开诚, 2022
82	Tinosporol A	$C_{21}H_{26}O_8$	抑制体内酶活性 Inhibition of enzymatic activity	青牛胆 *T. sagittata*	徐德峰, 2022; Huang et al., 2025
83	11-Hydroxymustakone	$C_{15}H_{22}O_2$	—	金果榄 *T. capillipes*	王晶晶等, 2023
84	Tinocordiside	$C_{20}H_{30}O_7$	—	金果榄 *T. capillipes*	王晶晶等, 2023
85	Tinoscorside D	$C_{17}H_{24}O_8$	—	金果榄 *T. capillipes*	王晶晶等, 2023
86	Borapetoside A	$C_{23}H_{34}O_{12}$	—	青牛胆 *T. sagittata*, 金果榄 *T. capillipes*	黄相中等, 2013; Wang et al., 2023
87	千金子素 L8 Euphorbia factor L8	$C_{30}H_{37}NO_7$	抗菌 Anti-bacterial	青牛胆 *T. sagittata*	徐德峰, 2022
88	Deoxy euphorbia factor L1	$C_{32}H_{40}O_7$	—	青牛胆 *T. sagittata*	徐德峰, 2022
89	大戟因子 L3 Euphorbia factor L3	$C_{31}H_{38}O_7$	—	青牛胆 *T. sagittata*	徐德峰, 2022
90	植物醇 Phytol	$C_{20}H_{40}O$	—	青牛胆 *T. sagittata*	徐德峰, 2022

续表 1

编号 No.	化合物名称 Compound name	分子式 Formula	药理活性 Pharmacological activity	植物来源 Plant source	参考文献 Reference
91	Triptohypol E	$C_{31}H_{52}O_2$	—	青牛胆 *T. sagittata*	徐德峰，2022
92	α-香树脂醇 α-Amyrin	$C_{30}H_{50}O$	—	青牛胆 *T. sagittata*	徐德峰，2022
93	Lupeol	$C_{30}H_{50}O$	—	青牛胆 *T. sagittata*	徐德峰，2022
94	Olean-12-ene-3,11-dione	$C_{30}H_{46}O_2$	—	青牛胆 *T. sagittata*	徐德峰，2022
95	Salvinemorol	$C_{30}H_{50}O_3$	—	青牛胆 *T. sagittata*	徐德峰，2022
96	β-香树精 β-Amyrin	$C_{30}H_{50}O$	—	青牛胆 *T. sagittata*	王晶晶等，2023
97	Dammara-20,24-dien-3β-ol	$C_{30}H_{50}O$	—	青牛胆 *T. sagittata*	徐德峰，2022
98	蒲公英赛醇 Taraxerol	$C_{30}H_{50}O$	解痉 Anti-spasmodic	青牛胆 *T. sagittata*	陈洪云等，2025
99	异蒲公英赛醇 Epitaraxerol	$C_{30}H_{50}O$	解痉 Anti-spasmodic	青牛胆 *T. sagittata*	陈洪云等，2025
100	3-表木栓醇 Epifriedelanol	$C_{30}H_{52}O$	解痉 Anti-spasmodic	青牛胆 *T. sagittata*	陈洪云等，2025
101	木栓醇 Friedelan-3α-ol	$C_{30}H_{52}O$	解痉 Anti-spasmodic	青牛胆 *T. sagittata*	陈洪云等，2025
102	木栓酮 Friedelin	$C_{30}H_{50}O$	解痉 Anti-spasmodic	青牛胆 *T. sagittata*	陈洪云等，2025
103	蒲公英萜酮 Taraxerone	$C_{30}H_{48}O$	解痉 Anti-spasmodic	青牛胆 *T. sagittata*	陈洪云等，2025
104	粘霉烯醇 Streptomycin alcohol	$C_{30}H_{52}O$	解痉 Anti-spasmodic	青牛胆 *T. sagittata*	陈洪云等，2025

(Euphorbia factor L8)(**87**)。有研究表明，Tinocapill A(**56**)、Tinocapill B(**57**)、Tinocapills A(**48**)、Tinocapills B(**49**)、Crispinoid L(**78**)对耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(meticillin-resistant *Staphylococcus aureus*，MRSA)表现出抗菌活性，其最低抑菌浓度(minimum inhibitory concentration，MIC)范围为 4～64 μg·mL^{-1}(吕福杰等，2024；Song Y Z et al.，2024；Huang et al.，2025)；千金子素 L8(**87**)对金黄色葡萄球菌具有抑制作用(徐德峰，2022)。从其化学结构可以看出 Tinocapill A(**56**)、Tinocapill B(**57**)、Tinocapills A(**48**)、Tinocapills B(**49**)、Crispinoid L(**78**)的骨架都是复杂的四环二萜骨架，并且均有丰富的含氧官能团，(**56**)和(**57**)C-12 位的取代基为丁烯酸内酯，(**48**)、(**49**)和(**78**)C-12 位的取代基为呋喃环。其发挥抗菌作用可能是因为含有丰富的含氧官能团和复杂的四环二萜骨架。

1.3 金果榄中具有抗肿瘤活性的萜类化合物

金果榄中具有抗肿瘤活性的萜类化合物有 13 个。经研究发现，古伦宾(**6**)对 A549(肺癌细胞)有抑制作用，IC_{50}值为(77.3±5.2) μmol·L^{-1}(Huang et al.，2025)。Tinocallone A(**11**)对 A549、HepG2(肝癌细胞)、HeLa(宫颈癌细胞)均有抑制作用，其 IC_{50} 值分别为(67.8±3.7)、(68.4±5.1)、(79.3±3.8) μmol·L^{-1}(Zhang et al.，2016；Huang et al.，2025)。Tinocallone C(**13**)、Tinocapillin A(**16**)、Tinocapillin B(**41**)对 A549、HepG2、HeLa、OS-RC-2(肾癌细胞)均有抑制作用，其中 Tinocapillin B 对 A549 抑制作用最强，IC_{50}值为(9.6±1.2) μmol·L^{-1}；Tinocapillin A 对 HepG2、HeLa、OS-RC-2 抑制作用最强，IC_{50}值分别为(9.9±1.5)、(9.7±3.4)、(10.6±0.7) μmol·L^{-1}(王彬，2016；Song J Q et al.，2024)。Tinosporins A(**39**)对 HL-60(人急性早幼粒细胞白血病细胞)、MCF-7(乳腺癌细胞)表现出低细胞毒性，IC_{50}值分别为 18.63、23.58 μmol·L^{-1}(Qin et al.，2015；Li R T et al.，2016)。Tinospinoside C(**29**)、Tinospinoside E(**21**)、Sagittatayunnanoside A(**70**)、Sagittatayunnanoside B(**43**)、Sagittatayunnanoside C(**71**)、Sagittatayunnanoside D(**73**)对 K562(人慢性髓系白血病)、HeLa、HL-60、HepG2 均有抑制作用，其中 Sagittatayunnanoside C(**71**)对 K562 和 HepG2 抑制作用最强，IC_{50}值分别为(14.4±5.9)、(83.6±9.8) μmol·L^{-1}；Sagittatayunnanoside B(**43**)对 HeLa 抑制作用最强，IC_{50}值为(11.8±3.8) μmol·L^{-1}；Tinospinoside E(**21**)对 HL-60 抑制作用最强，IC_{50}值为(13.1±5.0) μmol·L^{-1}(Li et al.，2012；Huang et al.，2012；Jiang et al.，2014)。Tinocapillin C(**42**)对

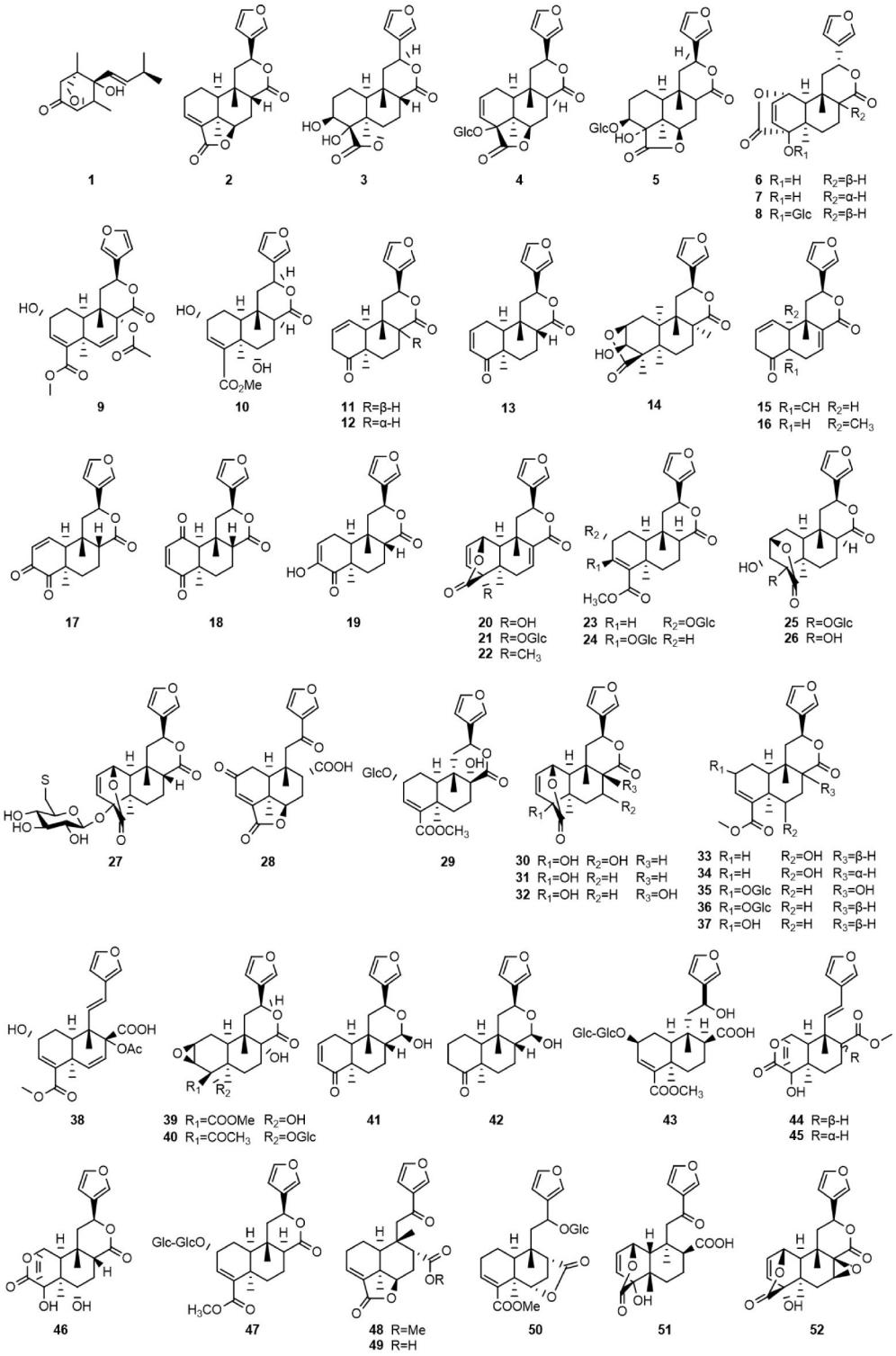

图 1 金果榄中倍半萜和二萜类化合物(Ⅰ)结构

Fig. 1 Structures of sesquiterpene and diterpenoid compounds (Ⅰ) from Tinosporae Radix

A549、HeLa 具有抑制作用,IC_{50}值分别为(53.2±3.6)、(67.5±4.8) μmol·L^{-1}(王彬,2016)。综上,金果榄中的萜类化合物对多种人类癌症细胞均显示出抑制效果,包括肺癌、肝癌、宫颈癌、肾癌、白

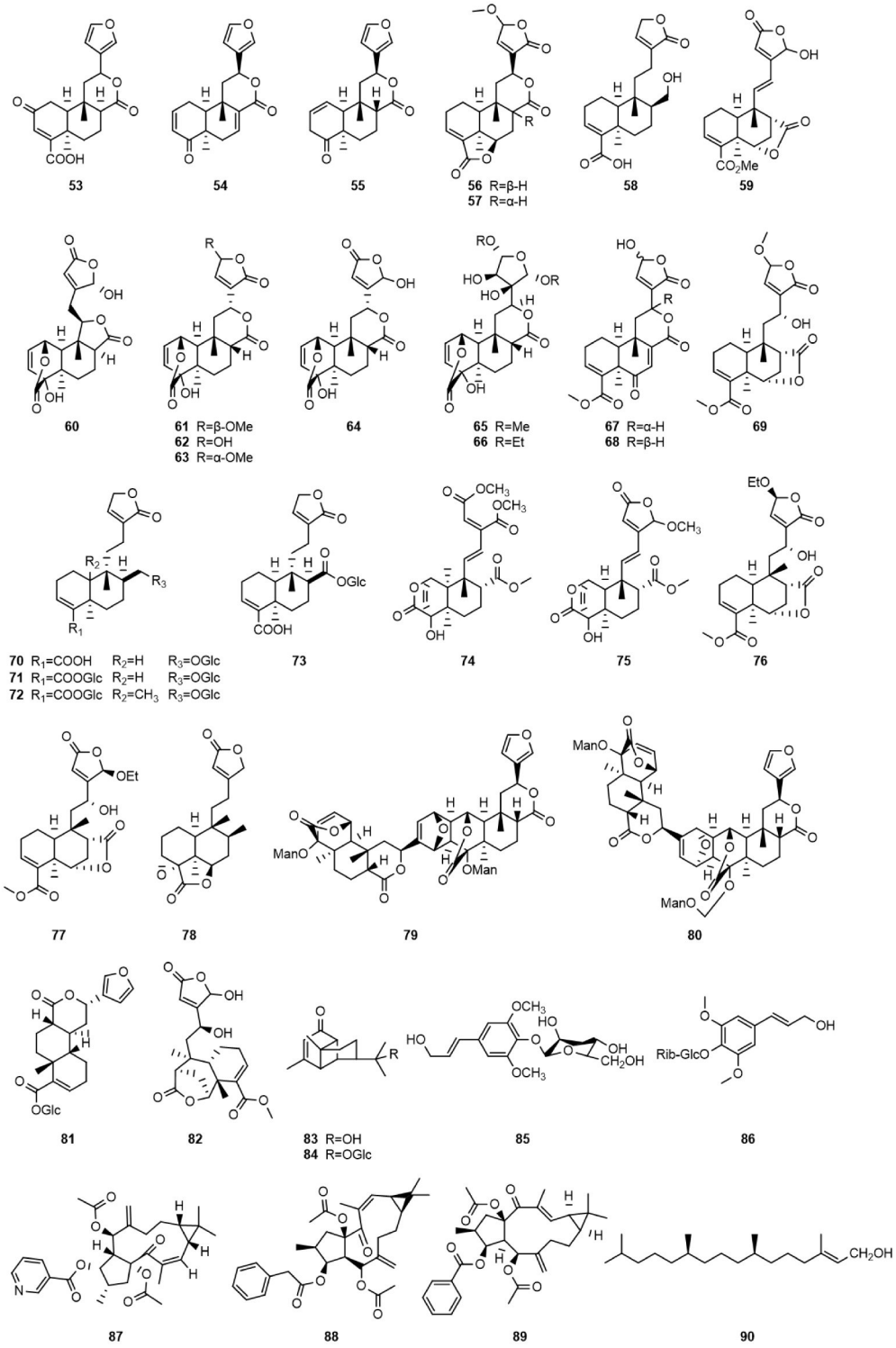

图 2　金果榄中二萜类化合物(Ⅱ)结构

Fig. 2　Structures of diterpenoid compounds (Ⅱ) from Tinosporae Radix

血病、乳腺癌。不同化合物对不同癌细胞的抑制强度存在较大差异，显示出明显的细胞选择性。Tinocapillin A(**16**)和 Tinocapillin B(**41**)对多种实体瘤细胞系的 IC_{50} 值均在 9 至 10 μmol · L^{-1} 之间，

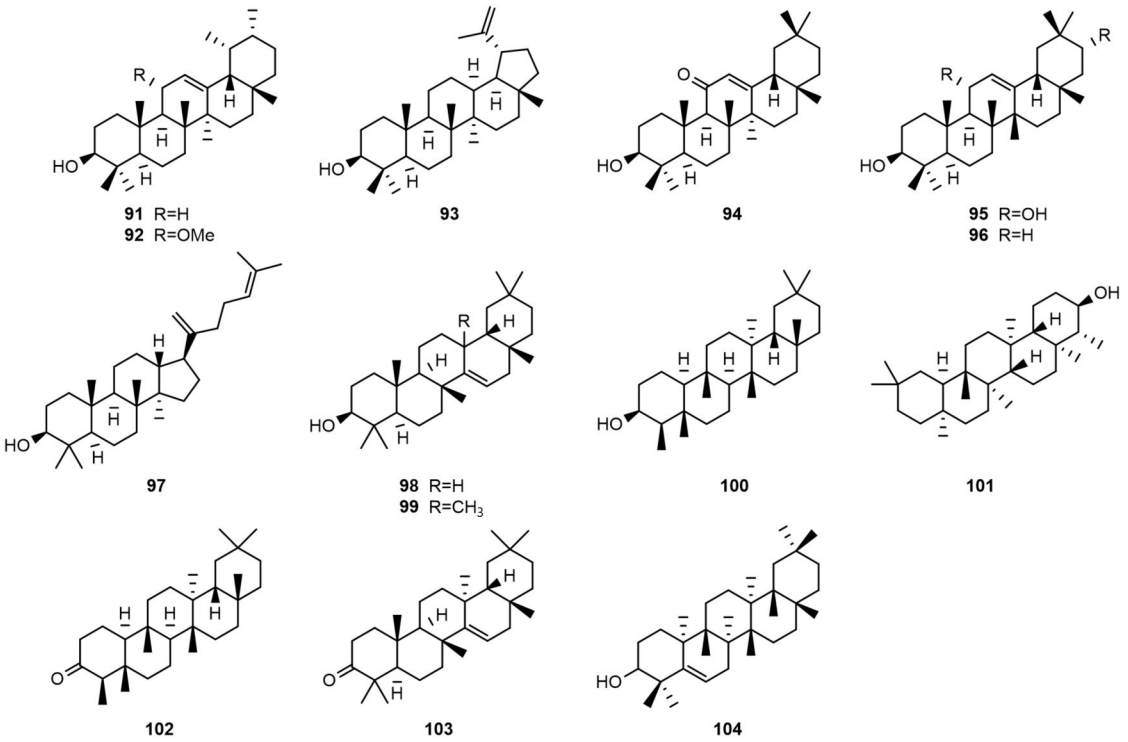

图 3 金果榄中三萜类化合物结构

Fig. 3 Structures of triterpenoid compounds from Tinosporae Radix

这表明其具有较强的体外抗肿瘤活性,可以进一步进行体内药代动力学研究,为金果榄抗癌应用提供科学依据。

1.4 金果榄中具有抑制体内酶活性的萜类化合物

金果榄中抑制酶活性的萜类化合物有 7 个,分别是古伦宾(**6**)、Tinosporol A(**82**)、Tinosporol C(**59**)、Tinosporins C(**63**)、Tinospinoside D(**40**)、Tinosagins A(**52**)、Tinosagins B(**53**)。其中,古伦宾(**6**)对 COX-1 和 COX-2 表现出抑制活性,抑制率分别为 63.7% 和 18.8%(Huang et al.,2025)。Tinosporol A(**82**)和 Tinosporol C(**59**)对 ATP 柠檬酸裂解酶(adenosine triphosphat e-citrate lyase, ACLY)表现出显著抑制活性,该酶在葡萄糖代谢和脂肪酸合成中起关键作用,具有潜在的降血糖活性(徐德峰, 2022)。Tinosporins C(**63**)、Tinospinoside D(**40**)具有轻微的 α-葡萄糖苷酶抑制活性,抑制率为 48.58% 和 47.08%(Li G H et al., 2016; 杨开诚, 2022); Tinosagins A(**52**)、Tinosagins B(**53**)对 α-葡萄糖苷酶表现出显著的抑制作用,其 IC_{50} 值分别为(31.83±0.83)和(47.35±0.96) μmol · L^{-1}(Li Z J et al., 2025)。综上,古伦宾对 COX-1 和 COX-2 的抑制率相差较大,可能是一种选择性 COX-1 抑制剂,环氧化酶(COX-1、COX-2)与抗炎、镇痛作用相关,古伦宾发挥抗炎作用机制可能与抑制环氧化酶有关。

1.5 金果榄中具有解痉活性的萜类化合物

金果榄具有解痉活性的萜类化合物有 7 个且均为五环三萜类,分别是蒲公英赛烷型化合物蒲公英赛醇(Taraxerol)(**98**)、异蒲公英赛醇(Epitaraxerol)(**99**)、蒲公英萜酮(Taraxerone)(**103**),木栓烷型化合物 3-表木栓醇(Epifriedelanol)(**100**)、木栓醇(Friedelan-3α-ol)(**101**)、木栓酮(Friedelin)(**102**)、粘霉烯醇(**104**),其均具有明显的解痉活性,EC_{50} 分别为 16.73、8.93、2.58、35.89、14.89、78.26、15.42 μmol · L^{-1},解痉活性强弱顺序为蒲公英萜酮>异蒲公英赛醇>木栓醇>粘霉烯醇>蒲公英赛醇>3-表木栓醇>木栓酮(陈洪云等,2025)。综上,这 7 种化学成分的 EC_{50} 值范围为 2.58~78.26 μmol · L^{-1},其中蒲公英萜酮比木栓酮解痉作用强 30 倍左右。这

表 2　2024—2025 年金果榄新发现的萜类化合物结构鉴定特征

Table 2　Characteristics of structural identification of newly discovered terpenoids from Tinosporae Radix (2024—2025)

编号 No.	化学结构鉴定特征 Characteristics for chemical structure identification	参考文献 Reference
56	无色胶状物 Colorless gum。比旋光度 $[\alpha]_D^{25}$ −58.1(*c* 0.1, MeOH)；红外光谱(溴化钾压片)特征吸收峰波数 IR(KBr) ν_{max} 2 927、1 725、1 691、1 450、1 224 cm^{-1}；高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS：*m/z* 389.159 0 $[M+H]^+$(计算值 calcd for $C_{21}H_{25}O_7^+$, 389.159 5)	吕福杰等, 2024
57	无色胶状物 Colorless gum。比旋光度 $[\alpha]_D^{25}$ −11.0(*c* 0.1, MeOH)；红外光谱(溴化钾压片)特征吸收峰波数 IR(KBr) ν_{max} 2 972、2 929、1 722、1 692、1 446、1 247 cm^{-1}；高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS：*m/z* 389.159 7；(计算值 calcd for $C_{21}H_{25}O_7^+$, 389.159 5)	吕福杰等, 2024
60	无色油状物 Colorless oil。熔点 mp 177~179 ℃；比旋光度 $[\alpha]_D^{20}$ +33.7 (*c* 0.1, MeOH)；紫外光谱(甲醇溶剂)最大吸收波长(吸光系数的对数)UV (MeOH) λ_{max}(logε) 200 (1.22) nm；红外光谱(溴化钾压片)特征吸收峰波数 IR (KBr) ν_{max} 3 390、1 754、1 676、1 203、837 cm^{-1}；电子圆二色谱 ECD [λ_{max}($\Delta\varepsilon$)] 227 (+6.98)、203 (5.01) nm；高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS：*m/z* 391.139 8 $[M+H]^+$(计算值 calcd for $C_{20}H_{23}O_8$, 391.138 8)	Song J Q et al., 2024
61	白色无定形粉末 White amorphous powder。熔点 mp 269~271 ℃；比旋光度 $[\alpha]_D^{20}$ +58.1 (*c* 0.08, MeOH)；紫外光谱(甲醇溶剂)最大吸收波长(吸光系数的对数)UV (MeOH) λ_{max}(logε) 200 (4.11)、281 (2.94) nm；红外光谱(溴化钾压片)特征吸收峰波数 IR (KBr) ν_{max} 3 486、2 923、2 851、1 750、1 647 cm^{-1}；电子圆二色谱 ECD [λ_{max}($\Delta\varepsilon$)] 231 (+3.37)、206 (3.89) nm；高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS：*m/z* 427.135 8 $[M+Na]^+$(计算值 calcd for $C_{21}H_{24}O_8Na$, 427.136 9)	Song J Q et al., 2024
62	白色无定形粉末 White amorphous powder。比旋光度 $[\alpha]_D^{20}$ +38.9 (*c* 0.08, MeOH)；红外光谱(溴化钾压片)特征吸收峰波数 IR (KBr) ν_{max} 3 444、2 973、2 885、1 753 cm^{-1}；电子圆二色谱 ECD [λ_{max}($\Delta\varepsilon$)] 231 (+13.13)、209 (4.57) nm；高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS：*m/z* 413.121 0 $[M+Na]^+$(计算值 calcd for $C_{20}H_{22}O_8Na$, 413.121 2)	Song J Q et al., 2024
64	无色油状物 Colorless oil。比旋光度 $[\alpha]_D^{20}$ +38.9 (*c* 0.1, MeOH)；红外光谱(溴化钾压片)特征吸收峰波数 IR (KBr) ν_{max} 3 432、2 935、1 749、1 340、150 cm^{-1}；电子圆二色谱 ECD [λ_{max}($\Delta\varepsilon$)] 231 (+5.53)、204 (6.61) nm；高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS：*m/z* 391.139 5 $[M+H]^+$(计算值 calcd for $C_{20}H_{23}O_8$, 391.138 8)	Song J Q et al., 2024
4	无色油状物 Colorless oil。熔点 mp 237~239 ℃；比旋光度 $[\alpha]_D^{20}$ +45.3 (*c* 0.07, MeOH)；紫外光谱(甲醇溶剂)最大吸收波长(吸光系数的对数)UV (MeOH) λ_{max}(logε) 200 (4.30), 281 (3.03) nm；红外光谱(溴化钾压片)特征吸收峰波数 IR (KBr) ν_{max} 3 401、2 925、2 856、1 745 cm^{-1}；电子圆二色谱 ECD [λ_{max}($\Delta\varepsilon$)] 237 (+0.91) nm；高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS：*m/z* 543.184 3 $[M+Na]^+$(计算值 calcd for $C_{26}H_{32}O_{11}Na$, 543.184 2)	Song J Q et al., 2024
25	黄绿色油状物 Yellow-green oil。比旋光度 $[\alpha]_D^{20}$ −73.9 (*c* 0.07, MeOH)；紫外光谱(甲醇溶剂)最大吸收波长(吸光系数的对数)UV (MeOH) λ_{max}(logε) 199.0 (4.11)、278 (3.09) nm；红外光谱(溴化钾压片)特征吸收峰波数 IR (KBr) ν_{max} 3 367、2 926、2 855、1 744、1 731、1 677 cm^{-1}；电子圆二色谱 ECD [λ_{max}($\Delta\varepsilon$)] 221 (+0.42) nm；高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS：*m/z* 561.194 5 $[M+Na]^+$(计算值 calcd for $C_{26}H_{34}O_{12}Na$, 561.194 8)	Song J Q et al., 2024
27	黄绿色油状物 Yellow-green oil。比旋光度 $[\alpha]_D^{20}$ +33.5 (*c* 0.08, MeOH)；紫外光谱(甲醇溶剂)最大吸收波长(吸光系数的对数)UV (MeOH) λ_{max}(logε) 200 (4.74)、278.0 (3.95) nm；红外光谱(溴化钾压片)特征吸收峰波数 IR (KBr) ν_{max} 3 397、2 923、1 760、1 703、875、723 cm^{-1}；电子圆二色谱 ECD [λ_{max}($\Delta\varepsilon$)] 236 (+1.24) nm；高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS：*m/z* 723.226 5 $[M+Na]^+$(计算值 calcd for $C_{34}H_{40}O_{15}Na$, 723.226 5)	Song J Q et al., 2024
65	白色无定形粉末 White amorphous powder。熔点 mp 248~250 ℃；比旋光度 $[\alpha]_D^{20}$ +17.7 (*c* 0.07, MeOH)；紫外光谱(甲醇溶剂)最大吸收波长(吸光系数的对数)UV (MeOH) λ_{max}(logε) 200 (4.09)、281 (3.36) nm；红外光谱(溴化钾压片)特征吸收峰波数 IR (KBr) ν_{max} 3 544、3 434、3 009、2 972、2 917、1 748、1 693 cm^{-1}；电子圆二色谱 ECD [λ_{max}($\Delta\varepsilon$)] 231 (+2.48) nm；高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS：*m/z* 477.171 4 $[M+Na]^+$(计算值 calcd for $C_{22}H_{30}O_{10}Na$, 477.173 7)	Song J Q et al., 2024
33	无色晶体 Colorless crystals。熔点 mp 136~138 ℃；比旋光度 $[\alpha]_D^{25}$ −180 (*c* 0.05, MeOH)；紫外光谱(甲醇溶剂)最大吸收波长(吸光系数的对数)UV (MeOH) λ_{max}(logε)、209 (3.46) nm；电子圆二色谱 ECD (*c* 5.4×10^{-4} M, MeOH) λ_{max}($\Delta\varepsilon$) 239 (−11.49) nm；高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS：*m/z* 375.180 5 $[M+H]^+$(计算值 calcd for $C_{21}H_{27}O_6^+$, 375.180 2)	Li H L et al., 2025

续表 2

编号 No.	化学结构鉴定特征 Characteristics for chemical structure identification	参考文献 Reference
34	白色固体 White solid。比旋光度 $[\alpha]_D^{25}$ -33.1(*c* 0.10, MeOH);紫外光谱(甲醇溶剂)最大吸收波长(吸光系数的对数)UV (MeOH) λ_{max}(logε) 208 (3.52) nm;电子圆二色谱 ECD (*c* 6.7×10^{-4} M, MeOH) λ_{max}(Δε) 241 (-4.13)、214 (+2.95) nm;高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS: *m/z* 375.180 4 [M+H]$^+$(计算值 calcd for $C_{21}H_{27}O_6^+$, 375.180 2)	Li H L et al., 2025
28	无色油状物 Colorless oil。比旋光度 $[\alpha]_D^{25}$ -48.7 (*c* 0.30, MeOH);紫外光谱(甲醇溶剂)最大吸收波长(吸光系数的对数)UV (MeOH) λ_{max}(logε) 209 (3.61)、240 (3.25) nm;电子圆二色谱 ECD (*c* 2.7×10^{-4} M, MeOH) λ_{max}(Δε) 281 (+6.78)、232 (-7.79) nm; 高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS: *m/z* 373.128 6 [M+H]$^+$(计算值 calcd for $C_{20}H_{21}O_7^+$, 373.128 2)	Li H L et al., 2025
38	无色油状物 Colorless oil。比旋光度 $[\alpha]_D^{25}$ -89.1(*c* 0.20, MeOH);紫外光谱(甲醇溶剂)最大吸收波长(吸光系数的对数)UV (MeOH) λ_{max}(logε) 211 (3.81) nm;电子圆二色谱 ECD (*c* 2.3×10^{-4} M, MeOH) λ_{max}(Δε) 253 (-1.52)、218 (+14.22) nm;高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS: *m/z* 429.155 1 [M-H]$^-$(计算值 calcd for $C_{23}H_{25}O_8^-$,429.155 5)	Li H L et al., 2025
67	无色油状物 Colorless oil。比旋光度 $[\alpha]_D^{25}$ +11.5(*c* 0.20, MeOH);紫外光谱(甲醇溶剂)最大吸收波长(吸光系数的对数)UV (MeOH) λ_{max}(logε) 206 (3.44) nm;电子圆二色谱 ECD (*c* 5.0×10^{-4} M, MeOH) λ_{max}(Δε) 268 (-2.14)、236 (+10.61)、215 (-4.70) nm;高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS: *m/z* 401.124 4 [M-H]$^-$(计算值 calcd for $C_{21}H_{21}O_8^-$, 401.124 2)	Li H L et al., 2025
68	无色油状物 Colorless oil。比旋光度 $[\alpha]_D^{25}$ +8.7(*c* 0.20, MeOH);紫外光谱(甲醇溶剂)最大吸收波长(吸光系数的对数)UV (MeOH) λ_{max}(logε) 207 (3.59) nm;电子圆二色谱 ECD (*c* 5.0×10^{-4} M, MeOH) λ_{max}(Δε) 268 (-2.12)、238 (+10.48)、216 (-4.25) nm;高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS: *m/z* 401.124 3 [M-H]$^-$(计算值 calcd for $C_{21}H_{21}O_8^-$,401.124 2)	Li H L et al., 2025
69	无色油状物 Colorless oil。比旋光度 $[\alpha]_D^{25}$ -30.6(*c* 0.20, MeOH);紫外光谱(甲醇溶剂)最大吸收波长(吸光系数的对数)UV (MeOH) λ_{max}(logε) 211 (3.65) nm;电子圆二色谱 ECD (*c* 4.8×10^{-4} M, MeOH) λ_{max}(Δε) 249 (-1.85)、215 (+2.64) nm;高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS: *m/z* 443.167 6 [M+Na]$^+$(计算值 calcd for $C_{22}H_{28}O_8Na^+$,443.167 6)	Li H L et al., 2025
48	无色胶状物 Colorless gum。比旋光度 $[\alpha]_D^{27}$ -50.1 (*c* 0.07, MeOH);红外光谱(溴化钾压片)特征吸收峰波数 IR (KBr) ν_{max} 2 934、1 742、1 723、1 224、1 029 cm^{-1};电子圆二色谱 ECD (*c* 0.2, MeOH) λ (Δε)211 (6.73)、242 (+5.15) nm;高分辨电喷雾质谱(+)-HR-ESIMS: *m/z* 373.164 7 [M+H]$^+$ (计算值 calcd for $C_{21}H_{25}O_6^+$,373.164 6)	Song Y Z et al., 2024
49	无色胶状物 Colorless gum。比旋光度 $[\alpha]_D^{27}$ -84.8 (*c* 0.30, MeOH);红外光谱(溴化钾压片)特征吸收峰波数 IR (KBr) ν_{max} 3 369、2 934、1 725、1 644、1 223、1 029 cm^{-1};电子圆二色谱 ECD (*c* 0.2, MeOH) λ(Δε) 204 (10.33)、250 (+5.77) nm;高分辨电喷雾质谱(+)-HR-ESIMS: *m/z* 359.148 9 [M+H]$^+$(计算值 calcd for $C_{20}H_{23}O_6^+$,359.148 9)	Song Y Z et al., 2024
76	无色胶状物 Colorless gum。比旋光度 $[\alpha]_D^{27}$ -18.8 (*c* 0.10, MeOH);红外光谱(溴化钾压片)特征吸收峰波数 IR (KBr) ν_{max} 3 418、2 933、1 720、1 697 cm^{-1};电子圆二色谱 ECD (*c* 0.2, MeOH) λ(Δε) 216 (+7.87)、253 (2.69) nm;高分辨电喷雾质谱(+)-HR-ESIMS: *m/z* 457.183 4 [M+Na]$^+$(计算值 calcd for $C_{23}H_{30}O_8Na^+$, 457.183 3)	Song Y Z et al., 2024
77	无色胶状物 Colorless gum。比旋光度 $[\alpha]_D^{27}$ -41.5 (*c* 0.20, MeOH);红外光谱(溴化钾压片)特征吸收峰波数 IR (KBr) ν_{max} 3 437、2 923、1 708、1 680、1 052 cm^{-1};电子圆二色谱 ECD (*c* 0.1, MeOH) λ (Δε)218 (+ 9.71)、245 (- 8.92) nm; 高分辨电喷雾质谱(+)-HR-ESIMS: *m/z* 417.191 2 [M-H_2O+H]$^+$ (计算值 calcd for $C_{23}H_{29}O_7^+$,417.190 8)	Song Y Z et al., 2024
98	无色针晶 Colorless needle crystals。电喷雾质谱 ESI-MS: *m/z* 449.4 [M+Na]$^+$;分子式为$C_{30}H_{50}O$	陈洪云等, 2025
99	白色结晶 White crystals。电喷雾质谱 ESI-MS: *m/z* 426 [M]$^+$;分子式为 $C_{30}H_{50}O$	陈洪云等, 2025
100	白色结晶 White crystals。电喷雾质谱 ESI-MS: *m/z* 451 [M+Na]$^+$;分子式为 $C_{30}H_{52}O$	陈洪云等, 2025
101	白色粉末 White powder。电喷雾质谱 ESI-MS: *m/z* 451 [M+Na]$^+$;分子式为$C_{30}H_{52}O$	陈洪云等, 2025
102	无色针晶 Colorless needle crystals。电喷雾质谱 ESI-MS: *m/z* 449.4 [M+Na]$^+$;分子式为 $C_{30}H_{50}O$	陈洪云等, 2025
103	白色粉末 White powder。电喷雾质谱 ESI-MS: *m/z* 425.4 [M+H]$^+$;分子式为 $C_{30}H_{48}O$	陈洪云等, 2025
104	无色针晶 Colorless needle crystals。电喷雾质谱 ESI-MS: *m/z* 449 [M+Na]$^+$;分子式为 $C_{30}H_{52}O$	陈洪云等, 2025

续表 2

编号 No.	化学结构鉴定特征 Characteristics for chemical structure identification	参考文献 Reference
52	无色针状晶体 Colorless needle-shaped crystals。比旋光度 $[\alpha]_D^{20}$+ 3.00(*c* 0.1,MeOH);紫外光谱(甲醇溶剂)最大吸收波长(吸光系数的对数)UV(MeOH) λ_{max}(logε) 195(3.92) nm;红外光谱(溴化钾压片)特征吸收峰波数 IR (KBr) ν_{max} 3 431、2 965、2 927、1 749、1 625 cm^{-1},电子圆二色谱 ECD (MeOH) λ_{max}($\Delta\varepsilon$)202(9.94)、230(+4.38) nm; 1H and 13C;高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS *m/z* 407.090 5 [M+Cl] (计算值 calcd for $C_{20}H_{20}O_7Cl$,407.089 8)	Li Z J et al., 2025
53	无色油状物 Colorless oil。比旋光度 $[\alpha]_D^{20}$−87.00(*c* 0.1, MeOH);紫外光谱(甲醇溶剂)最大吸收波长(吸光系数的对数)UV (MeOH) λ_{max}(logε) 206(3.98)、241(3.81) nm;红外光谱(溴化钾压片)特征吸收峰波数 IR (KBr) ν_{max} 3 434、2 968、1 735、1 676 cm^{-1};电子圆二色谱 ECD (MeOH) λ_{max}($\Delta\varepsilon$) 226(+1.59)、230(1.84)、230(0.68)nm;高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS: *m/z* 357.134 5 [M−H] (计算值 calcd for $C_{20}H_{21}O_6$,357.133 8)	Li Z J et al.,2025
54	白色粉末 White powder。比旋光度 $[\alpha]_D^{20}$+144.6(*c* 0.1,MeOH);紫外光谱(甲醇溶剂)最大吸收波长(吸光系数的对数)UV (MeOH) λ_{max}(logε)211(4.09) nm;红外光谱(溴化钾压片)特征吸收峰波数 IR (KBr) ν_{max} 3 433、1 722、1 671 cm^{-1};电子圆二色谱 ECD(MeOH) λ_{max}($\Delta\varepsilon$)210(8.16)、231 (+25.49) nm;高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS: *m/z* 335.125 4 $[M+Na]^+$(计算值 calcd for $C_{19}H_{20}O_4Na^+$,335.125 9)	Li Z J et al., 2025
55	白色无定形固体 White amorphous solid。比旋光度 $[\alpha]_D^{20}$−75.00 (*c* 0.1,MeOH);紫外光谱(甲醇溶剂)最大吸收波长(吸光系数的对数)UV (MeOH)λ_{max}(logε)195(3.91) nm;红外光谱(溴化钾压片)特征吸收峰波数 IR (KBr) ν_{max} 3 432、2 950、2 932、1 719、1 634 cm^{-1};电子圆二色谱 ECD (MeOH) λ_{max}($\Delta\varepsilon$) 295 (+0.63) nm;高分辨电喷雾质谱 HR-ESI-MS: *m/z* 337.141 2 $[M+Na]^+$(计算值 calcd for $C_{19}H_{22}O_4Na^+$,337.141 6)	Li Z J et al., 2025

表明即使结构相似,微小的结构变化也会导致药理活性的巨大差异。蒲公英萜酮(**103**)、异蒲公英赛醇(**99**)和木栓醇(**101**)的 EC_{50} 值都在 15 μmol · L^{-1}以下,解痉活性较强,值得进一步机理研究。解痉对应金果榄传统药用功效脘腹疼痛(国家药典委员会,2020),这为金果榄治疗腹痛提供了坚实的现代科学依据。

2　金果榄现代应用研究现状

2.1 金果榄传统应用

金果榄作为传统中药材,其药用价值最早记载于清代《百草镜》中,“凡肿毒初起,好醋磨傅,露出患头,初起者消,已成者溃。咽喉一切证,煎服一二钱即效。如喉中疼烂,用三钱为末,加冰片一分吹之”(冯世鑫和闫志刚,2021)。在《中华本草》中被称为治疗喉痹之常用药(国家中医药管理局,1999)。临床实践中,金果榄常用于治疗肺胃积热所致的咽喉红肿疼痛,无论病症处于已溃还是未溃阶段,均能取得良好疗效(荣堃和周正祎,2017)。金果榄还可治疗梅核气,尤其适用于气滞血瘀型及外感风热兼内有痰湿型(孔德林,2011)。民间用药经验显示,金果榄配伍其他药物治疗咽喉疾病效果显著(刘杰,2011)。在崔炎和李玉凤(2009)自拟的“祛痹痛风饮”中,作为臣药发挥清热解毒作用,用于痛风性关节炎的治疗;在壮药内服治疗干燥综合征中,金果榄与金线风二者通调火路,发挥清解热毒作用(钟丽雁等,2009)。在“芪甲蠲岩汤”中增强清热软坚的作用(胡荣学和韩忠勤,1987)。此外,其还可用于早期百日咳、乳腺癌、带状疱疹、胃痛及腰腹疼痛等。传统用药剂量因给药途径而异,内服煎汤常用 3~9 g,研末服用 1~2 g;外用则可捣敷或研末吹喉,用量按需调整,整体传统用量范围为 1.5~60 g,并且多数方剂用量偏小(国家中医药管理局,1999)。在壮医临床中,杨顺发等医家基于“通调气道、谷道”理论,将其广泛应用于感染性及炎症性疾病,通过外洗、拔罐等综合疗法提升疗效(覃文格等,2017)。综上所述,金果榄的传统应用以清热解毒、利咽、止痛为主要功效,覆盖了从咽喉疾病到风湿痹痛等多种病症,这为临床用药提供了更多的选择。然而,这些经验大多基于临床观察和个案总结,缺乏现代医学体系的论证,这成为迈向现代化、国际化的首要障碍。

2.2 金果榄现代临床应用

金果榄具有较高的药用价值,本研究对现有文献梳理发现金果榄制剂研发集中在 20 世纪 70 年代至 21 世纪初,包括传统剂型和现代新剂型,如汤剂、

颗粒剂、涂膜剂、喷雾剂、胶囊剂、合剂、滴丸剂和注射剂等,主要用于咽炎、静脉炎、扁桃体炎等炎症疾病。金果榄的药理作用主要是抗炎,因此在复方研发上也主要以治疗炎症疾病为主。蔡华等(2010)研究表明,金山咽速康喷雾剂具有良好的治疗咽喉肿痛作用,而邢曦月和李玉平(2024)表明,小儿咽扁颗粒对儿童急性扁桃体炎治疗效果达到96%,孙济平等(2012)发现牙痛舒宁口含滴丸对风火牙痛具有显著效果。覃仕娜(2022)研发的中药新药金岗清瘟颗粒具有清瘟解毒功效,临床上发挥显著的抗病毒、抗炎作用。田倩(2021)对儿童发声性抽动障碍用药规律进行统计发现,金果榄在用药频率中占比最高,并且与玄参、胖大海、射干合用具有重要的临床意义。上述案例表明,金果榄在炎症性疾病中具有重要的应用意义。

综上,金果榄在临床上主要用于炎症方面的疾病,其多种剂型为临床应用带来灵活性。虽然金果榄制剂多样,但目前上市的品种较少且大多研究集中于20世纪末,近十年对其临床研究相对匮乏,金果榄临床转化瓶颈原因可能与其肝毒性有关。阮士军(1987)发现过量服用金果榄会导致黄疸;朱永洙(2013)研究表明金果榄中毒可引发多种症状,包括皮肤色素沉着、水肿、珠蛋白生成障碍性贫血及药物中毒性肝炎;李秀玉(2015)等研究证实,金果榄具有肝毒性;Li G H 等(2016)研究表明,一些新 clerodane 二萜类化合物,尤其是含有呋喃结构的二萜类化合物,在小鼠体内具有很强的肝毒性,可导致小鼠肝细胞坏死;Liao 等(2023)研究也表明,金果榄中古伦宾具有肝毒性,并且造成肝毒性的机制为 CYP3A4 酶介导呋喃环生物激活,生成顺丁烯-1,4-二醛(*cis*-butene-1,4-dial,BDA)中间体,与蛋白质或 DNA 不可逆结合,引发肝毒性,是其化学结构中呋喃环在其肝毒性中起关键作用。但是 Hong 等(2023)研究表明,药根碱及其衍生物在体内模型中全身毒性较低;卢丽洁等(2023)研究发现,酮康唑预处理能够降低古伦宾诱导的肝毒性,这为毒性干预提供了潜在方向。

2.3 金果榄其他应用研究进展

中药材的发展不应只关注药用价值,还应关注在其他应用上的价值,金果榄不但具有高药用价值,而且在兽药和大健康方面也具有较高的发展潜力。为了能快速了解金果榄在其他应用上的发展潜力,本研究收集并整理了关于金果榄在其他应用上的发展现状。由表3可知,在兽药领域,其制剂形式包括散剂、颗粒剂、片剂等,主要用于治疗热毒壅滞所致的呼吸道及咽喉疾病,同时还可治疗消化道感染。金果榄在食品、保健品、日化用品等行业展现出巨大的开发潜力,如陈茜(2021)研究表明,添加金果榄提取物的功能性巴氏杀菌羊奶饮料可以提高抗氧化性,延缓褐变,延长保存时间。宁洱鑫泰商贸有限公司(2019)研发的以金果榄叶、金果榄花与桂花为原料的金果榄茶,既保留了金果榄叶的营养成分,又去除了金果榄的苦味、桂花香味,使其形成独特的回甘口感。哈尔滨墨医生物技术有限公司(2016)研发的金果榄清热解毒奶茶,以金果榄和其他几味药材的提取液制成粉剂与奶茶经过科学比例相结合,具有补而不燥,增强人体体质的功效。以上是金果榄在食品中的应用,可见将中药材与食品联系在一起不仅能起到补充营养的作用,还能增强食品的口感。在保健品方面,有金果榄保健茶、金果榄保健姜酒、金果榄栝楼保健粉、金果榄保健脯等,这些产品具有营养丰富,有增强人体免疫力和清热解毒等优点。此外,余芳(2017)研发的金果榄牙膏,可以有效清除口腔异味。

综上,金果榄在兽药领域的应用已从传统的呼吸道疾病治疗拓展至消化道疾病的治疗,并具有较高的兽医临床价值。这为金果榄后续在兽药领域的发展提供科学依据。金果榄在食品、保健品及日化用品等大健康应用上均有较大的研发潜力,相关开发不仅将传统工艺应用于产品研发,充分挖掘其营养价值与保健功效,还可有效改良产品延长产品货架期,体现出金果榄深加工应用的多元化特征。但是,金果榄具有肝毒性,该缺陷限制了其在保健品领域的应用开发,是金果榄在保健品研发中亟待攻克的关键难题。如何通过恰当处理保障其安全性,已成为金果榄药用与食用开发过程中亟须深入探索的重要方向之一。

3 总结与展望

金果榄药用历史悠久,是壮族、侗族等少数民族习用药材,在广西民间,金果榄因其对咽喉疾病的显著治疗效果而备受欢迎,更因其显著的抗菌能力而被誉为天然广谱抗菌药(严赟和张赟赟,

表 3　金果榄其他应用

Table 3　Other applications of Tinosporae Radix

编号 Number	产品 Product	主要特点 Key feature	参考文献 Reference
1	功能性羊奶饮料 Functional goat milk beverage	提高抗氧化性,延缓褐变 Improves anti-oxidant activity, delays browning	陈茜等, 2021
2	金果榄牙膏 Tinosporae Radix toothpaste	制备方法,取材简单,无副作用,可有效清除口腔异味 Simple preparation method, easily sourced materials, no side effects, effectively eliminates oral odor	何家平, 2017
3	金果榄保健茶 Tinosporae Radix health tea	适用于咽喉炎、气管炎 Applicable for pharyngitis and tracheitis	蓝照澜, 2015
4	金果榄茶 Tinosporae Radix tea	保留了金果榄叶中的营养成分、去除了金果榄叶的苦味,茶香味特别 Retains nutritional components of *Tinospora capillipers* leaves while removing bitterness, with distinctive tea aroma	宁洱鑫泰商贸有限公司, 2019a
5	金果榄固体酱油 Tinosporae Radix solid soy sauce	醇香营养,清热解毒 Mellow and nutritious, clears heat and detoxifies	芜湖市三山区绿色食品产业协会, 2018
6	金果榄酥糖 Tinosporae Radix crispy candy	营养丰富,清甜适口,有助于增强机体的免疫功能 Nutrient-rich, pleasantly sweet, helps to enhance immune function	陶胜, 2017
7	金果榄油 Tinosporae Radix oil	营养调和油 Nutrient-enriched blended oil	宁洱鑫泰商贸有限公司, 2019b
8	饲料添加剂 Feed additive	含金果榄、穿心莲,抑菌抗病毒 Contains *Tinospora capillipers* root and *Andrographis paniculata*, with anti-bacterial and anti-viral effects	内蒙古自治区农牧业科学院, 2025
9	金果榄山楂乳酸饮料 Tinosporae Radix & Crataegus Fructus lactic acid drink	保留了原料的原始风味,增加了饮料的营养成分,具有保健功效 Preserves the original flavor of ingredients while enhancing nutritional value, offering health benefits	余芳, 2017
10	金果榄保健姜酒 Tinosporae Radix and ginger health care wine	营养丰富,可以增强人体免疫力,还具有清热解毒等保健效果 Rich in nutrients, boosts immunity, and provides heat-clearing and detoxifying effects	余芳, 2016
11	金果榄栝楼保健粉 Tinosporae Radix and Trichosanthes health powder	含丰富的营养成分,具有清热解毒、润肺化痰等保健功效 High in nutritional value, with health benefits such as heat-clearing, detoxifying, lung-moistening, and phlegm-reducing effects	刘永, 2017
12	金果榄碳酸饮料 Tinosporae Radix carbonated beverage	保健价值高、绿色健康的纯天然饮品 High health value, natural and green healthy beverage	高广军, 2016
13	金果榄山楂复合果醋 Compound fruit vinegar with Tinosporae Radix and Crataegus Fructus	营养、低糖低脂的养生饮品 Nutritious, low-sugar, low-fat wellness drink	柴华, 2016
14	金果榄清热解毒奶茶 Tinosporae Radix heat-clearing and detoxifying milk tea	与奶茶结合,有效保留中药中的营养物质,增强人体体质 Combined with milk tea, effectively retains herbal nutrients and enhances physical fitness	哈尔滨墨医生物技术有限公司, 2016
15	金果榄保健脯 Tinosporae Radix health preserves	甜而不腻,质地清脆,具有金果榄特有的清甜风味 Sweet but not cloying, crisp texture, with Tinosporae Radix's unique refreshing sweetness	芜湖市三山区绿色食品产业协会, 2017
16	复方金果榄漱口水 Compound Tinosporae Radix mouthwash	具有极好的抑菌效果,还具备清洁口腔、清新口气等多重功效 Possesses excellent anti-bacterial effects, along with multiple benefits such as cleaning the oral cavity and freshening breath	成都中医药大学, 2025
17	海芋散 *Alocasiaodora* powder	对牛出血性败血病治疗效果具有 92%的治愈率 A 92% cure rate was observed in the treatment of bovine hemorrhagic septicemia	韦荣显和张正植, 1988
18	金青芪颗粒 Jinqingqi granules	不仅能改善患病肉鸡的生长性能,提高日均采食量,降低料重比,还对传染性腺胃炎有良好的治疗效果 Not only enhances growth performance in diseased broilers via increased daily feed intake and improved feed efficiency, but is also effective against infectious proventriculitis	陈河霖, 2019
19	金青颗粒 Jinqing granules	对猪源幽门螺杆菌诱导的小鼠胃炎以及三种急性胃溃疡模型均展现出显著的防治效果 Significant preventive and therapeutic effects were demonstrated against both helicobacter suis-induced gastritis in mice and three models of acute gastric ulcers	荣茜,2017

2022)。丰富的化学成分是其多样药理活性的物质基础,其中萜类化合物被认为是其发挥药理作用的核心物质群。迄今为止,已从金果榄中鉴定出 104 个萜类化合物,该类成分已被证实具有抗炎、抗菌、抗肿瘤、抑制体内酶活性及解痉等多种药理活性,这为金果榄深度开发奠定了良好的基础。尤其值得注意的是,近年来金果榄萜类成分的研究进展迅速:一方面,五环三萜类化合物解痉活性的发现,为其临床应用开辟了消化系统疾病等新方向;另一方面,近两年新鉴定的 30 多个萜类化合物中,有超过半数显示出药理活性,揭示其成分库中仍存在大量未被充分挖掘的活性先导分子。与此同时,自 2010 年版《中华人民共和国药典》起,金果榄含量测定的指标成分由巴马汀调整为含量更高的古伦宾,这一转变不仅确立了二萜类成分在金果榄中的核心地位,也将其“效-毒”二重性推至研究前沿。古伦宾既是质控指标,也是明确的肝毒性成分,这构成了制约金果榄发展的核心矛盾。

与成分和药理研究的活跃形成鲜明对比的是,金果榄的临床应用研究近十年来近乎停滞,剂型研发也多停留在 20 世纪末的水平。尽管现代应用探索已拓展至食品、兽药及日化领域,如开发功能性饮料、兽用制剂和抗菌牙膏等,但这些跨界应用,尤其是口服类产品,均无法回避其固有的肝毒性风险。因此,金果榄的未来研究需突破简单应用的重复开发,转而聚焦于以下几个关键问题:(1)深化构效关系研究,定向挖掘高价值成分,目前仅有约半数萜类成分进行了活性筛选。未来应系统开展构效关系研究,特别关注非呋喃型克罗烷二萜等结构,以期发现高效低毒的候选分子。(2)推动药理研究从体外走向体内,阐明深层机制,绝大多数萜类成分的药理研究仍停留在细胞水平。亟须开展体内药代动力学和作用机制研究,阐明其多成分、多靶点的协同作用通路,为临床转化提供坚实依据。(3)系统解析肝毒性机制,为安全用药提供保障,肝毒性是金果榄发展的最大瓶颈。研究不能止步于古伦宾,应拓展至含呋喃环的克罗烷二萜(如异古伦宾、palmatoside C 等),系统评价其毒性强弱及机制异同,为通过炮制、配伍或结构修饰“去毒存效”提供精准靶点。金果榄不仅具有较高的药用价值,还在大健康领域展现出广泛的开发前景,然而过量服用所导致的肝毒性是后续应该重点关注的问题,该问题若不能得到充分评估与解决,将严重制约金果榄的后续应用开发。

参考文献:

Cai H, Yang G Y, Du S M, et al., 2010. Preparation and quality control of Jinshan Yansukang spray [J]. Chinese Journal of Hospital Pharmacy, 30(8): 703-704. [蔡华, 杨光义, 杜士明, 等, 2010. 金山咽速康喷雾剂的制备和质量控制 [J]. 中国医院药学杂志, 30(8): 703-704.]

Cai Z Y, Yi G Q, Li Y Y, et al., 2014. Nuclear magnetic resonance characteristics of neo-clerodane diterpene in genus *Ajuga* [J]. Central South Pharmacy, 12(11): 1108-1112. [蔡祯艳, 易刚强, 李云耀, 等, 2014. 筋骨草属植物中新克罗烷型二萜类成分的核磁共振谱图特征 [J]. 中南药学, 12(11): 1108-1112.]

Chai H, 2016. Production method of Tinosporae Radix and hawthorn compound fruit vinegar: CN201610525608.5. [P]. 2016-09-21. [柴华, 2016. 金果榄山楂复合果醋的制作方法: CN201610525608.5. [P]. 2016-09-21.]

Chen H L, 2019. Development and pharmacodynamic study of the new veterinary drug Jinqingqi granule [D]. Chengdu: Sichuan Agricultural University. [陈河霖, 2019. “金青芪颗粒”的研制及其药效学评价 [D]. 成都: 四川农业大学.]

Chen H Y, Zheng S C, Chen W T, et al., 2025. Chemical constituents of *Tinospora sagittata* and antispasmodic activities [J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 48(3): 651-654. [陈洪云, 郑士超, 陈文婷, 等, 2025. 青牛胆三萜类化学成分及解痉活性研究 [J]. 中药材, 48(3): 651-654.]

Chen X, Chen G Y, Chen W H, et al., 2016. GC-MS analysis and bioactivity of essential oil from *Scutellaria hainanensis* [J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 36(5): 93-97. [陈欣, 陈光英, 陈文豪, 等, 2016. 海南黄芩挥发油成分分析及生物活性研究 [J]. 热带农业科学, 36(5): 93-97.]

Chen X, Xie Y L, Liu Y L, et al., 2021. Research progress of plant-based milk beverage [J]. China Food Safety Magazine (34): 177-179, 183. [陈茜, 谢亚磊, 刘艳丽, 等, 2021. 浅谈植物乳饮料的研究进展 [J].食品安全导刊 (34): 177-179, 183.]

Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, 2025. A compound Tinosporae Radix mouthwash with antibacterial action and its preparation method: CN202411969726. 6. [P]. 2025-04-11. [成都中医药大学, 2025. 一种具有抑菌作用的复方金果榄漱口水及其制备方法: CN202411969726.6. [P]. 2025-04-11.]

Chinese Materia Medica Commission of National Administration of Traditional Chinese Medicine, 1999. Chinese Materia

Medica [M]. 1st ed. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 8(22): 591. [国家中医药管理局《中华本草》编委会, 1999. 中华本草 [M]. 1 版. 上海: 上海科技出版社, 8(22): 591.]

Chinese Pharmacopoeia Commission, 2020. Pharmacopoeia of the People's Republic of China: Part I [M]. Beijing: China Medical Science Press: 227. [国家药典委员会, 2020. 中华人民共和国药典: 一部 [M]. 北京: 中国医药科技出版社: 227.]

Cui Y, Li Y F, 2009. Professor Cui Gongrang's experience in treating gouty arthritis [J]. Journal of New Chinese Medicine, 41(10): 12-13. [崔炎, 李玉凤, 2009. 崔公让教授治疗痛风性关节炎经验介绍 [J]. 新中医, 41(10): 12-13.]

Feng S X, Yan Z G, 2021. Research advances on production of *Tinospora sagittata* (Oliv.) Gagnep. or *Tinospora capillipes* Gagnep [J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 41(6): 38-43. [冯世鑫, 闫志刚, 2021. 中药材金果榄生产研究现状 [J]. 热带农业科学, 41(6): 38-43.]

Gao G J, 2016. Processing method of a Tinosporae Radix carbonated beverage: CN201610492637.6. [P]. 2016-11-09. [高广军, 2016. 一种金果榄碳酸饮料的加工方法: CN201610492637.6. [P]. 2016-11-09.]

Guo H, 2016. Study of chemical composition and biological activities of *Rubus caesius* L. in Xin Jiang [D]. Shihezi: Shihezi University. [郭寒, 2016. 新疆黑果悬钩子的化学成分及生物活性的研究 [D]. 石河子: 石河子大学.]

Harbin Moyi Biotechnology Co, Ltd. 2016. A heat-clearing and detoxifying milk tea containing Tinosporae Radix and its production method: CN201410709429.8. [P]. 2016-06-29. [哈尔滨墨医生物技术有限公司, 2016. 一种金果榄清热解毒奶茶及其生产方法: CN201410709429.8. [P]. 2016-06-29.]

He J P, 2017. Multifunctional compound Tinosporae Radix herbal toothpaste: CN201710609190.0. [P]. 2017-10-24. [何家平, 2017. 一种多功能复方金果榄中草药牙膏: CN201710609190.0. [P]. 2017-10-24.]

Hong T Y, Pan X M, Xu H, et al., 2023. Jatrorrhizine inhibits Piezo1 activation and reduces vascular inflammation in endothelial cells [J]. Biomedicine & Pharmacotherapy, 163: 114755.

Hu P, 2016. Studies on chemical constituents and their biological activities of *Vitex negundo* var. *heterophylla* [D]. Shenyang: Shenyang Pharmaceutical University. [胡苹, 2016. 荆条的化学成分及其生物活性研究 [D]. 沈阳: 沈阳药科大学.]

Hu R X, Han Z Q, 1987. Case report: complete remission of breast cancer with Qijia Juanyan decoction [J]. Shaanxi Journal of Traditional Chinese Medicine, 8(4): 165-166. [胡荣学, 韩忠勤, 1987. 芪甲蠲岩汤治愈乳腺癌 1 例 [J]. 陕西中医, 8(4): 165-166.]

Huang C, Li W, Ma F H, et al., 2012. Tinospinosides D, E, and tinospin E, further clerodane diterpenoids from *Tinospora sagittata* [J]. Chemical & Pharmaceutical Bulletin, 60(10): 1324-1328.

Huang M J, Xiao Z N, Zhang J S, et al., 2025. Phytochemistry and pharmacological activities of clerodane diterpenoids from genus *Tinospora* [J]. Phytochemistry, 237: 114526.

Huang X Z, Cheng C M, Dai Y, et al., 2010. A novel 18-norclerodane diterpenoid from the roots of *Tinospora sagittata* var. *yunnanensis* [J]. Molecules, 15(11): 8360-8365.

Huang X Z, Li W J, Jiao L X, et al., 2013. Clerodane-type diterpenoids from *Tinospora sagittata* var. *yunnanensis* [C]// Plant Science in Ecological Civilization Construction — Present and Future: Proceedings of the 15th Member Congress and 80th Anniversary Academic Conference of Chinese Botanical Society: 118. [黄相中, 李文娟, 焦立响, 等, 2013. 云南青牛胆中的克罗烷型二萜类成分研究 [C]//生态文明建设中的植物学: 现在与未来——中国植物学会第十五届会员代表大会暨八十周年学术年会: 118.]

Inner Mongolia Autonomous Region Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, 2025. Preparation method of a novel disease-resistant and digestive-aid feed additive: CN202510000202.4. [P]. 2025-02-07. [内蒙古自治区农牧业科学院, 2025. 一种新型抗病助消化饲料添加剂的制备方法: CN202510000202.4. [P]. 2025-02-07.]

Jia X T, Ma X G, Liu P F, 2024. *Tinosporae radix*: A review of traditional use, botany, phytochemistry, bioactivity, and quality marker [J]. Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening, 27(10): 1413-1433.

Jiang Z Y, Li W J, Jiao L X, et al., 2014. New clerodane diterpenes from *Tinospora sagittata* var. *yunnanensis* [J]. Planta Medica, 80(5): 419-425.

Kong D L, 2011. Syndrome differentiation and treatment of globus hystericus [J]. Guangming Journal of Chinese Medicine, 26(5): 1036-1037. [孔德林, 2011. 辨证论治梅核气 [J]. 光明中医, 26(5): 1036-1037.]

Lan Z L, 2015. A health tea containing Tinosporae Radix: CN201410751500.9. [P]. 2015-03-25. [蓝照斓, 2015. 一种金果榄保健茶: CN201410751500.9. [P]. 2015-03-25.]

Li G H, Ding W B, Wan F B, et al., 2016. Two new clerodane diterpenes from *Tinospora sagittata* [J]. Molecules, 21(9): 1250.

Li H, Liu J, Fang C H, et al., 2025. Clerodane diterpenoids with anti-inflammatory activity from the tuberous root of *Paratinospora sagittata* (Oliv.) Wei Wang [J]. Frontiers in Pharmacology, 16: 1561954.

Li M X, Wang Y F, Huang Y W, et al., 2024. Analysis of molecular characterization of *EuNPC1-Like* gene in *Eucommia ulmoides* [J]. Journal of Mountain Agriculture and Biology, 43(2): 17-26. [李民学, 王一凡, 黄友闻, 等, 2024. 杜仲 *EuNPC1-Like* 基因的分子特征分析 [J]. 山地农业生物学报, 43(2): 17-26.]

Li R T, Morris-Natschke S L, Lee K H, 2016. Clerodane diterpenes: sources, structures, and biological activities [J]. Natural Product Reports, 33(10): 1166-1226.

Li W, Huang C, Li S P, et al., 2012. Clerodane diterpenoids from *Tinospora sagittata* (Oliv.) Gagnep [J]. Planta Medica, 78(1): 82-85.

Li W, Huang C, Liu Q B, et al., 2017. Bistinospinosides A and B, dimeric clerodane diterpene glycosides from *Tinospora sagittata* [J]. Journal of Natural Products, 80(9): 2478-2483.

Li X Y, Li C Q, Zhang Z M, et al., 2015. Study on traditional Chinese medicine-induced liver injury: from theory to clinical analysis [J]. Translational Medicine Journal, 4(4): 244-249. [李秀玉, 李超群, 张志敏, 等, 2015. 中药相关性肝损害研究: 从理论到临床 [J]. 转化医学杂志, 4(4): 244-249.]

Li Z J, Hu M, Yuan R Q, et al., 2025. Clerodane furanoditerpenoids from the tuberous roots of *Tinospora sagittata* (Oliv.) Gagnep. and their α-glucosidase inhibitory activity [J]. Fitoterapia, 185: 106680.

Liao Y F, Wang X, Ran G Y, et al., 2023. DNA damage and up-regulation of PARP-1 induced by columbin *in vitro* and *in vivo* [J]. Toxicology Letters, 379: 20-34.

Liu J, 2011. Clinical observation on Tinosporae Radix for throat disorders [J]. Medical Information, 24(1): 381. [刘杰, 2011. 金果榄治疗咽喉举隅 [J]. 医学信息(上旬刊), 24(1): 381.]

Liu Y, 2017. Production method of Tinosporae Radix and *Trichosanthes* health powder: CN201710529743. 1. [P]. 2017-10-17. [刘永, 2017. 金果榄栝楼保健粉的生产方法: CN201710529743.1. [P]. 2017-10-17.]

Lyu F J, Fan Z J, Li Q, et al., 2024. Diterpenoids from Tinosporae Radix and their anti-inflammatory activity [J]. Natural Product Research and Development, 36(10): 1707-1713. [吕福杰, 范在举, 李琦, 等, 2024. 金果榄二萜类成分及其抗炎活性研究 [J]. 天然产物研究与开发, 36(10): 1707-1713.]

Lu L J, Wu Q H, Zhu X L, et al., 2023. Quality marker (Q-marker) of Tinosporae Radix associated with efficacy of "Relieving Sore Throat" [J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 29(13): 140-150. [卢丽洁, 吴清华, 朱兴龙, 等, 2023. "利咽"功效关联的金果榄质量标志物分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 29(13): 140-150.]

Ning'er Xintai Trading Co., Ltd., 2019a. A Tinosporae Radix tea and its preparation method: CN201811087901. 3. [P]. 2019-01-18. [宁洱鑫泰商贸有限公司, 2019a. 一种金果榄茶及其制备方法: CN201811087901.3. [P]. 2019-01-18.]

Ning'er Xintai Trading Co, Ltd., 2019b. High-quality Tinosporae Radix oil and its processing technology: CN201811087877.3. [P]. 2019-01-04. [宁洱鑫泰商贸有限公司, 2019b. 一种高品质金果榄油及其加工工艺: CN201811087877.3. [P]. 2019-01-04.]

Qin N B, Wang A L, Li D H, et al., 2015. Cytotoxic clerodane furanoditerpenoids from the root of *Tinospora sagittata* [J]. Phytochemistry Letters, 12:173-176.

Qin S N, 2022. Pharmaceutical study on Jingang Qingwen Granule, a new drugs of traditional Chinese medicine [D]. Nanning: Guangxi University of Chinese Medicine. [覃仕娜, 2022. 中药新药金岗清瘟颗粒的药学研究 [D]. 南宁: 广西中医药大学.]

Qin W G, Luo S J, Yang W J, et al., 2017. Famous Zhuang medicine practitioner Yang Shunfa's clinical experience in using Tinosporae Radix [J]. Journal of Medicine & Pharmacy of Chinese Minorities, 23(7): 12-14. [覃文格, 罗试计, 杨文进, 等, 2017. 桂西名壮医杨顺发应用金果榄治疗疾病经验 [J]. 中国民族医药杂志, 23(7): 12-14.]

Rong K, Zhou Z Y, 2017. Zhou Zhengyi's clinical experience in using Tinosporae Radix [J]. Traditional Chinese Medicine Journal, 16(5): 21-22, 20. [荣堃, 周正祎, 2017. 周正祎应用金果榄经验 [J]. 中医药通报, 16(5): 21-22, 20.]

Rong Q, 2017. Development and pharmacodynamic study of Jinqing granules of pig gastric ulcer [D]. Chengdu: Sichuan Agricultural University. [荣茜, 2017. "金青颗粒"的研制及其药效学研究 [D]. 成都: 四川农业大学.]

Ruan S J, 1987. A review of adverse reactions of Chinese herbal medicine [J]. Beijing Journal of Traditional Chinese Medicine (1): 47-48. [阮士军, 1987. 中草药不良反应综述 [J]. 北京中医(1): 47-48.]

Shen S S, 2022. Analysis of chemical constituents of medicinal parts of *Viburnu sargentii* [D]. Jiamusi: Jiamusi University. [沈淑双, 2022. 鸡树条荚蒾药用部位化学成分分析 [D]. 佳木斯: 佳木斯大学.]

Song J Q, Yang K C, Fan X Z, et al., 2024. Clerodane diterpenoids with *in-vitro* anti-neuroinflammatory activity from the tuberous root of *Tinospora sagittata* (Menispermaceae) [J]. Phytochemistry, 218: 113932.

Song Y Z, Yuan C, Li W J, et al., 2024. New clerodane diterpenoids from *Tinospora capillipes* with antibacterial and anti-Inflammatory properties [J]. Chemistry & Biodiversity, 21(9): e202401033.

Sun J P, Hu Q L, Hu Q Z, et al., 2012. Study on Yaotong Shuning buccal dropping pills composed of ethnomedicine Tinosporae Radix and other ingredients [J]. Journal of Medicine & Pharmacy of Chinese Minorities, 18(7): 37-38. [孙济平, 胡期丽, 胡奇志, 等, 2012. 民族药金果榄等组方牙痛舒宁口含滴丸的研究 [J]. 中国民族医药杂志, 18(7): 37-38.]

Tao S, 2017. Processing method of Tinosporae Radix nutrient crisp candy: CN201611181433.7. [P]. 2017-08-15. [陶胜, 2017. 一种金果榄营养酥糖的加工方法: CN201611181433.7. [P]. 2017-08-15.]

Tian Q, 2021. Study on the clinical characteristics, TCM

syndrome elements and medication regularity of children with vocal tic disorder [D]. Tianjin: Tianjin University of Traditional Chinese Medicine. [田倩, 2021. 儿童发声性抽动障碍临床特征、中医证素分析及用药规律研究 [D]. 天津: 天津中医药大学.]

van Huyen P, Nhung V T T, Phan N H T, et al., 2025. Phytochemistry and pharmacological activities of *Tinospora* genus: an updated review [J]. Medicinal Chemistry Research, 34:1421-1479.

Wang B, 2016. Isolation and bioactivity of natural products from *Podocarpus macrophyllus* and *Tinospora capillipes* [D]. Jinan: Shandong University. [王彬, 2016. 罗汉松和金果榄的化学成分及生物活性研究 [D]. 济南: 山东大学.]

Wang J J, Yang R W, Xie Y Y, et al., 2023. Advances in chemical constituents and pharmacological action of Tinosporae Radix [J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 29(24): 273-282. [王晶晶, 杨汝薇, 谢永艳, 等, 2023. 金果榄化学成分、药理作用研究进展 [J]. 中国实验方剂学杂志, 29(24): 273-282.]

Wang N, 2023. Skeleton synthesis of *Euphorbia* diterpene guided by biomimetic transformation strategy [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University. [王能, 2023. 仿生转化策略指导的大戟二萜骨架合成研究 [D]. 成都: 西南交通大学.]

Wang Q Q, Sun Q R, Ji X Y, et al., 2023. The combined analgesic, sedative, and anti-gastric cancer mechanisms of *Tinospora sagittata* var. *yunnanensis* (S. Y. Hu) H. S. Lo based on integrated ethnopharmacological data [J]. Journal of Ethnopharmacology, 303: 115990.

Wei C L, Cui P W, Xiao J, et al., 2022. Research progress on natural diterpenoids with antibacterial activity [J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 44(7): 2240-2249. [韦春玲, 崔培梧, 肖瑾, 等, 2022. 具有抗菌活性的天然二萜类化合物研究进展 [J]. 中成药, 44(7): 2240-2249.]

Wei R X, Zhang Z Z, 1988. Treatment of bovine hemorrhagic septicemia with *Alocasia* macrorrhiza powder [J]. Journal of Traditional Chinese Veterinary Medicine(3): 61. [韦荣显, 张正植, 1988. 海芋散治牛出败 [J]. 中兽医医药杂志 (3): 61.]

Wuhu Sanshan District Green Food Industry Association, 2017. Processing method of a Tinosporae Radix health-preserving fruit preserve: CN201710391387.1. [P]. 2017-09-22. [芜湖市三山区绿色食品产业协会, 2017. 一种金果榄保健脯的加工方法: CN201710391387.1. [P]. 2017-09-22.]

Wuhu Sanshan District Green Food Industry Association, 2018. Processing method of Tinosporae Radix and *Trichosanthes* solid soy sauce: CN201810537244.1. [P]. 2018-11-06. [芜湖市三山区绿色食品产业协会, 2018. 金果榄栝楼固体酱油的加工方法: CN201810537244.1 [P]. 2018-11-06.]

Xing X Y, Li Y P, 2024. Therapeutic efficacy of Xiao'er Yanbian Granules combined with traditional Chinese herbal patching in pediatric acute tonsillitis [C]//Proceedings of the 4th National Medicine Research Forum: 431-436. [邢曦月, 李玉平, 2024. 小儿咽扁颗粒结合中药贴敷治疗儿童急性扁桃体炎的效果观察 [C]//第四届全国医药研究论坛: 431-436.]

Xu D F, 2022. Studies on the chemical constituents and their bioactivities of *Tinospora sagittata* [D]. Jinan: University of Jinan. [徐德峰, 2022. 中药青牛胆化学成分及生物活性研究 [D]. 济南: 济南大学.]

Yan Y, Zhang Y Y, 2022. Review on the research progress of *Tinospora capillipes* Gagnep [J]. Popular Science & Technology, 24(6): 63-66. [严赟, 张赟赟, 2022. 金果榄的研究进展 [J]. 大众科技, 24(6): 63-66.]

Yang K C, 2022. Study on the chemical constituents and anti-inflammatory activity of *Tinospora sagittata* [D]. Guilin: Guangxi Normal University. [杨开诚, 2022. 青牛胆化学成分与抗炎活性的研究 [D]. 桂林: 广西师范大学.]

Yang X Q, Yang G M, Yang L, et al., 2025. Research on the secondary universal rotation combination optimization of *Tinosporae radix* seeds treatment technology [J]. Tillage and Cultivation, 45(4): 19-25. [杨秀全, 杨光明, 杨露, 等, 2025. 二次通用旋转组合优化金果榄种子处理技术的研究 [J]. 耕作与栽培, 45(4): 19-25.]

Yu F, 2016. Brewing method of a Tinosporae Radix health ginger wine: CN201610734950.6. [P]. 2016-11-09. [余芳, 2016. 一种金果榄保健姜酒的酿制方法: CN201610734950.6. [P]. 2016-11-09.]

Yu F, 2017. Preparation method of Tinosporae Radix and hawthorn lactic acid beverage: CN201610734947.4. [P]. 2017-01-04. [余芳, 2017. 金果榄山楂乳酸饮料的制作方法: CN201610734947.4. [P]. 2017-01-04.]

Zhang G, Ma H R, Hu S, et al., 2016. Clerodane-type diterpenoids from tuberous roots of *Tinospora sagittata* (Oliv.) Gagnep [J]. Fitoterapia, 110: 59-65.

Zhong L Y, Li F Z, Tan S C, 2009. Clinical observation on 32 cases of Sjögren's syndrome treated with Zhuang medicine oral therapy [J]. Yunnan Journal of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica, 30(3): 30. [钟丽雁, 李凤珍, 谭树聪, 2009. 壮药内服治疗干燥综合征 32 例临床观察 [J]. 云南中医中药杂志, 30(3): 30.]

Zhu Y Z, 2013. Strategies for managing toxic and adverse reactions to traditional Chinese medicine [J]. Guide of China Medicine, 11(6): 283-285. [朱永洙, 2013. 中药毒副反应的应对策略 [J]. 中国医药指南, 11(6): 283-285.]

（责任编辑　李　莉　王登惠）