

白蓝翠雀花化学成分的提取及抑菌活性研究

马志晗

兰州交通大学生物与制药工程学院, 甘肃 兰州

收稿日期: 2025年4月10日; 录用日期: 2025年6月2日; 发布日期: 2025年6月11日

摘要

我国中医药文化历史悠久, 白蓝翠雀花作为一味重要药材, 主产于甘肃、青海、四川、西藏等高海拔地区, 一般使用全草入药, 具有清热燥湿功效, 传统中医常将其用于痢疾、肠炎等临床治疗。通过文献可知, 翠雀属植物中的主要成分为二萜生物碱和黄酮, 但目前国内外缺乏对白蓝翠雀花化学成分的研究, 故而本研究针对该物种分别使用薄层色谱法、硅胶柱层析法、高效液相色谱法等方法相结合, 分离并鉴定其中所含主要的化学成分。本研究共得到8个单体化合物, 通过鉴定可知其分别为3个生物碱和5个黄酮类化合物, 并使用滤纸片法检验其抑菌活性。发现这些化合物均对大肠杆菌有明显的抑制作用, 但对枯草芽孢杆菌和其他真菌的抑制效果不好。

关键词

天然产物, 白蓝翠雀花, 抑菌活性

Extraction and Antibacterial Activity of Chemical Components from *Delphinium albocoeruleum* Maxim.

Zhihan Ma

College of Biological and Pharmaceutical Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou Gansu

Received: Apr. 10th, 2025; accepted: Jun. 2nd, 2025; published: Jun. 11th, 2025

Abstract

China has a long history of traditional Chinese medicine culture. *Delphinium albocoeruleum* Maxim., an important medicinal herb, is mainly produced in high-altitude regions such as Gansu, Qinghai, Sichuan, and Xizang. The whole herb is commonly used as a medicine, possessing the efficacy of clearing heat and drying dampness. Traditional Chinese medicine practitioners often apply it in

clinical treatments for diseases such as dysentery and enteritis. Literature review indicates that the primary components of plants in the *Delphinium* genus are diterpenoid alkaloids and flavonoids. However, there is currently a lack of research on the chemical components of *D. albocoeruleum* both domestically and internationally. Therefore, this study employed a combination of methods including thin-layer chromatography (TLC), silica gel column chromatography, and high-performance liquid chromatography (HPLC) to isolate and identify the main chemical components. A total of 8 monomeric compounds were obtained in this study. Through identification, they were confirmed as 3 alkaloids and 5 flavonoid compounds. The antibacterial activity of these compounds was tested using the filter paper disc method. The results showed that all these compounds exhibited significant inhibitory effects against *Escherichia coli*, but had poor inhibitory effects on *Bacillus subtilis* and other fungi.

Keywords

Natural Products, *Delphinium albocoeruleum* Maxim., Antibacterial Activity

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

白蓝翠雀花(*Delphinium albocoeruleum* Maxim.), 多年生草本植物, 主要生于海拔 2500~4000 米排水良好的高山草甸或灌丛。植株茎高可达一米, 叶片分布十分独特, 其花多为蓝紫色或蓝白色, 一般作为与其他翠雀属植物区分的标志之一。现有文献少见对白蓝翠雀花的研究, 通过分析其他文献可知, 翠雀属植物的药用价值主要得益于其中的主要成分——二萜生物碱和黄酮。2024~2025 年期间, 从翠雀属植物中分离并鉴定出 40 个新的二萜生物碱, 以牛扁碱型为主[1]-[10], 除此以外, 从该属植物中发现的黄酮也数量可观[11][12]。这些化合物有着抗菌[13]、杀虫[14]、抗阿尔兹海默症[15]、抗肿瘤[16]等多种生物活性。

寻找植物源农药成分是现代农药开发的重点研究方向, 植物源农药不仅有着良好的环境友好性, 而且对非靶标生物无毒无害, 同时该类农药易降解, 在农产品中的残留极低, 也为食品安全做出了贡献。但植物源农药的现有数量与其理论开发潜力有着巨大的差距, 故而本研究选择白蓝翠雀花进行化学成分及抑菌活性的研究。

2. 实验部分

2.1. 化合物的提取与鉴定

2.1.1. 实验仪器与材料

本实验中所用到的主要仪器及生产厂家见表 1。

本实验中所用到的试剂材料及生产厂家见表 2。

2.1.2. 化合物的提取

将干燥的白蓝翠雀花及根茎粉碎后经 95%乙醇浸泡后减压浓缩, 调节 pH 值至 3, 用石油醚萃取, 调节水相 pH 值至 9 后用二氯甲烷萃取, 得到生物碱粗提物。经大孔树脂柱层析法, 甲醇-水体系作为洗脱剂, 分别以 10%、30%、50%、80%、100%的甲醇分为组分 A~E。

Table 1. Main experimental instruments**表 1.** 主要实验仪器

仪器名称	型号	生产厂家
真空干燥箱	DZF-6010	巩义市予华仪器有限责任公司
循环水式真空泵	XS105	海门市其林贝尔仪器
旋转蒸发仪	N-1100	上海爱朗仪器有限公司
超声清洗器	KQ-250B	昆山市超声仪器有限公司
紫外检测仪	ZF-I	上海电光仪器厂
电子天平	XS105	瑞士梅特勒-托利多集
超纯水机	Sartorius arium 611-UF	德国赛得利斯公司
高效液相色谱仪	LC-2030C	日本岛津
Shim-pack GIST C18 制备柱	5 μ m 20 $\times$ 250 mm	日本岛津
玻璃仪器	-	欣维尔
核磁共振仪	Bruker-DMX 500MHz	Bruker
质谱仪	LTQ Orbitrap Elit	安捷伦
傅立叶红外光谱仪	FT-IR, BRUKER TENSOR II	Bruker
低温冷却循环泵	DL-400	汇成科工

Table 2. Main experimental reagents**表 2.** 主要实验试剂

试剂/材料	纯度/型号	生产厂家
甲醇	分析纯	天津市大茂化学试剂有限公司
甲醇	色谱纯	云南新蓝景化学工业有限公司
石油醚	分析纯	天津市大茂化学试剂有限公司
乙酸乙酯	分析纯	天津市大茂化学试剂有限公司
丙酮	分析纯	天津市大茂化学试剂有限公司
乙腈	色谱纯	云南新蓝景化学工业有限公司
大孔树脂	D101	西安蓝晓科技新材料股份有限公司
葡聚糖凝胶	17009002	北京元宝山色谱技术有限公司
柱层析硅胶	200~300 目	青岛海洋化工厂
薄层层析硅胶板	0.2~0.25 mm	青岛海洋化工厂

取组分 D 经正相硅胶柱层析, 以二氯甲烷-甲醇(130:1~0:1)为洗脱剂, 得到组分 D-1~D-7。将组分 D-3 分别经正相硅胶柱层析, 以石油醚-丙酮(60:1~5:1)为洗脱剂, 以及葡聚糖凝胶柱, 以二氯甲烷-甲醇(1:1)为洗脱剂, 得到化合物 4 和化合物 5。组分 D-4 经正相硅胶柱层析, 以石油醚-丙酮(30:1~0:1)为洗脱剂, 得到化合物 6 和其他馏分。将其中一个馏分分别经葡聚糖凝胶柱和高效液相色谱, 得到化合物 3; 另一馏分经薄层色谱法, 得到化合物 8。组分 D-5 经葡聚糖凝胶柱, 以纯甲醇进行洗脱后经高效液相色谱得到化合物 1。组分 D-6 经葡聚糖凝胶柱, 以二氯甲烷-甲醇(1:1)为洗脱剂, 得到两个馏分, 其中一

个馏分进一步使用正相硅胶柱层析法和高效液相色谱法分离得到化合物 2；另一馏分经两次正相硅胶柱层析法，使用不同洗脱剂体系，得到化合物 7。

2.1.3. 化合物的鉴定

通过分析化合物的 ^1H NMR、 ^{13}C NMR、HSQC、HMBC 等谱图，并对比文献数据，确定了各个化合物的结构。

化合物 1: Lycocotnine; 白色无定形粉末，碘化铋钾溶液呈阳性反应，其分子式为 $\text{C}_{25}\text{H}_{41}\text{NO}_7$ ， ^1H NMR 和 ^{13}C NMR 谱图表明，有 1 个氮乙基(δ_{H} 2.68~2.61, m) 1 个甲基(1.27, t, $J = 7.1, 2.0$ Hz)，4 个氧甲基(δ_{H} 3.67, 3.64, 3.56, 3.48, 各 3H, s)。 ^{13}C NMR δ_{C} (125 MHz, CDCl_3): 91.0, 88.8, 84.7, 84.3, 83.0, 77.9, 68.1, 65.3, 58.3, 58.2, 56.7, 56.2, 53.0, 51.5, 50.0, 49.3, 46.5, 43.6, 38.9, 38.4, 34.0, 32.0, 29.1, 26.5, 14.5。波谱数据与文献[17]报道对照基本一致，故化合物 1 为 Lycocotnine。

化合物 2: Lappaconitine; 白色晶体，碘化铋钾溶液呈阳性反应，其分子式为 $\text{C}_{32}\text{H}_{44}\text{N}_2\text{O}_8$ ，其 ^1H NMR 和 ^{13}C NMR 表明存在 4 个苯环上的 H (δ_{H} 8.68, 7.94, 7.55~7.47, 7.08~7.00)，3 个氧甲基(δ_{H} 3.42, 3.33, 3.31, 各 3H, s)，1 个酯羰基(δ_{C} 167.8)，1 个酰胺基团(δ_{C} 169.4)。 ^{13}C NMR δ_{C} (125 MHz, CDCl_3): 169.4, 167.8, 142.1, 134.8, 131.5, 122.7, 120.6, 116.2, 90.6, 85.0, 84.6, 83.3, 79.0, 76.0, 62.0, 58.4, 57.0, 56.6, 56.0, 51.4, 50.2, 49.4, 49.0, 48.0, 45.3, 36.7, 32.3, 27.2, 26.6, 26.0, 24.6, 14.0。波谱数据与文献[18]报道对照基本一致，故化合物 2 为 Lappaconitine。

化合物 3: Glaucine; 白色针状结晶，碘化铋钾溶液呈阳性反应，其分子式为 $\text{C}_{21}\text{H}_{25}\text{NO}_4$ ，其 ^1H NMR 和 ^{13}C NMR 表明存在 3 个苯环上的 H (δ_{H} 7.98, 6.90, 6.70, 各 1H, s)，12 个苯环 C (δ_{C} 153.7, 149.9, 149.0, 145.8, 130.7, 129.9, 127.9, 127.6, 125.7, 113.5, 112.6, 111.9) 4 个氧甲基(δ_{H} 3.87, 3.85, 3.84, 3.62)，1 个 N-CH_3 (δ_{H} 2.54, s, 3H)。 ^{13}C NMR δ_{C} (125 MHz, CD_3OD): 153.7, 149.9, 149.0, 145.8, 130.7, 129.9, 127.9, 127.6, 125.7, 113.5, 112.6, 111.9, 63.9, 60.5, 56.4, 56.4, 56.3, 54.2, 43.9, 34.9, 29.5。波谱数据与文献[19]报道对照基本一致，故鉴定化合物 3 为 glaucine。

化合物 4: 7,4'-Dimethoxyl-apigenin; 黄色针状结晶，化学式为 $\text{C}_{17}\text{H}_{14}\text{O}_5$ ，其 ^1H NMR 存在 6 个苯环上的 H (δ_{H} 8.08, 7.16, 6.73, 6.36)，2 个氧甲基(δ_{H} 3.96, 3.95, 各 3H, s)，1 个羟基(δ_{H} 12.99, s, 1H)。 ^{13}C NMR δ_{C} (125 MHz, $(\text{CD}_3)_2\text{CO}$): 182.9, 166.3, 164.7, 163.5, 162.8, 158.4, 128.8, 124.0, 115.1, 105.7, 104.4, 98.4, 93.0, 56.1, 55.7。波谱数据与文献[20]报道对照基本一致，故鉴定化合物 4 为 7,4'-Dimethoxyl-apigenin。

化合物 5: Kaempferol; 黄色无定形粉末，化学式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_6$ ，其 ^1H NMR 存在 6 个苯环上的 H (δ_{H} 8.10, 6.92, 6.41, 6.20)。 ^{13}C NMR δ_{C} (125 MHz, CD_3OD): 176.9, 165.1, 162.0, 160.0, 157.8, 147.6, 136.6, 130.2, 123.2, 115.8, 98.8, 94.0。波谱数据与文献[21]报道对照基本一致，故鉴定化合物 5 为 Kaempferol。

化合物 6: Luteolin; 黄色针状结晶，化学式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_6$ ，其 ^1H NMR 和 ^{13}C NMR 表明存在 5 个苯环上的 H (δ_{H} 7.80~7.76, 7.75, 7.25, 6.80, 6.55)，4 个羟基(δ_{H} 13.33, 11.17, 10.27, 9.75, 各 1H, s)，两个双键 C (δ_{C} 163.4, 102.4)。 ^{13}C NMR δ_{C} (125 MHz, DMSO): 181.2, 163.6, 163.4, 161.0, 156.8, 149.2, 145.2, 121.0, 118.5, 115.5, 112.9, 103.2, 102.4, 98.3, 93.3。波谱数据与文献[22]报道对照基本一致，故鉴定化合物 6 为 Luteolin。

化合物 7: Quercetin; 黄色无定形粉末，化学式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_7$ ，其 ^1H NMR 和 ^{13}C NMR 表明存在 5 个苯环上的 H (δ_{H} 7.77, 7.67, 6.92, 6.42, 6.22)，两个双键 C (δ_{C} 148.3, 136.7)，一个羰基 C (δ_{C} 176.8)。 ^{13}C NMR δ_{C} (125 MHz, CD_3OD): 176.8, 165.1, 162.0, 157.7, 148.3, 145.7, 136.7, 123.6, 121.2, 115.7, 115.5, 104.0, 98.7, 93.9。波谱数据与文献[23]报道对照基本一致，故鉴定化合物 7 为 Quercetin。

化合物 8: Apigenin; 黄色无定形粉末，化学式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_5$ ，其 ^1H NMR 和 ^{13}C NMR 表明存在 6 个

苯环上的 H (δ_{H} 8.22, 7.22, 6.78, 6.49), 1 个双键碳上的 H (δ_{H} 7.07, 1H, s), 3 个羟基 H (δ_{H} 13.26, 11.11, 10.64, 各 1H, s), 1 个羰基 C (δ_{C} 181.2), 2 个双键 C (δ_{C} 163.2, 102.3)。 ^{13}C NMR δ_{C} (125 MHz, DMSO): 181.3, 163.6, 163.2, 161.0, 160.7, 156.8, 128.0, 120.7, 115.5, 103.2, 102.3, 98.3, 93.5。波谱数据与文献[24]报道对照基本一致, 故鉴定化合物 8 为 Apigenin。

2.2. 化合物的抗菌活性研究

2.2.1. 实验仪器与材料

本实验中所用到的主要仪器及生产厂家见表 3。

Table 3. Main experimental instruments

表 3. 主要实验仪器

仪器名称	型号	生产厂家
超净工作台	SW-CJ-2D	苏州净化设备有限公司
立式压力蒸汽灭菌锅	BXM-30R	上海博讯实业有限公司医疗设备厂
恒温培养箱	SPX-250-GB	上海琅玕实验设备有限公司
恒温摇床	TS 系列	上海习仁科学仪器有限公司
电子天平	XS105	瑞士梅特勒-托利多集
超声清洗器	KQ-250B	昆山市超声仪器有限公司
真空干燥箱	DZF-6010	巩义市予华仪器有限责任公司
循环水式真空泵	XS105	海门市其林贝尔仪器
旋转蒸发仪	N-1100	上海爱朗仪器有限公司

本实验中所用到的试剂材料及生产厂家见表 4。

Table 4. Main experimental reagents

表 4. 主要实验试剂

试剂	纯度	生产厂家
琼脂	生化试剂	上海广瑞生物科技有限公司
蛋白胨	生化试剂	天津市大茂化学试剂有限公司
酵母提取物	生化试剂	北京奥博星生物科技有限责任公司
氯化钠	分析纯	天津市大茂化学试剂有限公司
乙醇	分析纯	天津市大茂化学试剂有限公司

本实验所使用的病原菌菌株均由兰州交通大学天然药物研究所提供, 5 种真菌分别为: 当归根腐病 (DG-D13-A1 和 DG-D11-A4)、党参根腐病 (DS-QNN2)、苹果斑点枯萎 (PGBDKW)、芹菜叶斑 (QCYB); 2 种细菌为: 大肠杆菌 (*Escherichia coli*)、枯草芽孢杆菌 (*Bacillus subtilis*)。

2.2.2. 实验操作

PDA 培养基(1 L): 去皮马铃薯 200 g, 纯净水 1 L, 混合煮沸 30 min, 过滤, 加入 20 g 葡萄糖和 16 g 琼脂, 加热至溶解, 蒸汽灭菌锅 121℃、103.4 kPa, 灭菌 30 min。

LA 培养基(1 L): 10 g 蛋白胨, 5 g 酵母提取物, 5 g 氯化钠, 16 g 琼脂, 混合加热溶解, 压力蒸汽灭

菌锅 121℃、103.4 kPa, 灭菌 30 min

取出 PDA 培养基和 LA 培养基液体, 降温至 50℃, 倒入培养皿(25 mL/个), 静置凝固。使用 5 mm 打孔器取真菌菌饼, 倒扣在 PDA 培养基中央, 周围距离中央 4.3 mm 处均匀贴四片已灭菌 5 mm 滤纸片; 取 100 μ L 细菌悬液滴于 LA 培养基平板表面, 涂布均匀, 静置后在培养基左右均匀贴两片已灭菌 5 mm 滤纸片。

将化合物配制成 100 μ g/mL 的待测溶液, 各取 10 μ L 待测溶液分别滴于滤纸片上, 每个培养皿留一个滤纸片滴加 10 μ L 纯溶剂作为空白对照。

2.2.3. 实验结果

8 个化合物均对大肠杆菌有良好的抑制活性, 其中化合物 1 的抑制效果最好, 抑菌圈直径可达 6.5 mm; 对枯草芽孢杆菌均有一定的抑制效果, 虽然未产生透明抑菌圈, 但可明显观察到滤纸片周围的菌落生长略少一点; 对 5 种真菌未见明显抑制效果。图 1 以化合物 1 (100 μ g/mL) 为例, 展示了对大肠杆菌、枯草芽孢杆菌、DG-D13-A1、DG-D11-A4、DS-QNN2、PGBDKW、QCYB 的抑制效果, 其中 LA 培养基中, 下方为空白对照, PDA 培养基中, 最上方为空白对照。



Figure 1. Inhibitory effect of compound 1 on seven pathogenic bacteria

图 1. 化合物 1 对 7 种病原菌的抑制效果

3. 讨论

本研究针对白蓝翠雀花及其根茎进行研究, 从中分离出 8 个已知化合物, 其中 2 个为 C_{19} -二萜生物碱, 1 个为异喹啉型生物碱, 以及 5 个黄酮类化合物。这也是首次从白蓝翠雀中得到的几个化合物。为了进一步研究这些化合物, 对其展开抗菌活性实验, 结果表明, 这 8 个化合物在浓度为 100 μ g/mL 对细菌的抑制效果较好, 而对真菌的抑制效果不明显。后续可进一步提高待测药品浓度或更换实验方法和菌株进行更加深入的抑菌活性研究。

4. 总结

天然产物作为药物研发的核心物质源泉, 为传统药物传承与现代药物研发起到了支撑作用。本研究通过多种提取、分离和鉴定方法发现白蓝翠雀花中的 8 个化合物, 分别是 Lycoctonine (1)、Lappaconitine (2)、Glaucine (3)、7,4'-Dimethoxyl-apigenin (4)、Kaempferol (5)、Luteolin (6)、Quercetin (7)、Apigenin (8), 并对其进行生物活性的研究, 可初步判断白蓝翠雀花在药物开发领域有着良好的应用前景。本研究系统解析了翠雀属植物次生代谢产物的化学多样性, 不仅为该类药物资源开发利用提供了重要的理论依据, 同时为我国构建植物源农药筛选体系以及开发环境友好型植物源抑菌剂注入新思路。

参考文献

- [1] Liu, Y., Zhao, Y.D., Zhong, H.Y., et al. (2024) Diterpenoid Alkaloids from *Delphinium liangshanense*. *Chemistry & Biodiversity*, **21**, e202301923.
- [2] Huang, S., Wang, J., Pu, Y., Liu, Y., Chen, Y., Chen, L., et al. (2024) Diterpenoid Alkaloids from *Delphinium trichophorum*. *Phytochemistry*, **225**, Article ID: 114186. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2024.114186>

- [3] Nan, Z., Shang, Y., Deng, C., Zhu, Y., Jiang, G., Wang, Z., *et al.* (2024) Two New Cytotoxic Diterpenoid Alkaloids from *Delphinium grandiflorum*. *Phytochemistry Letters*, **61**, 11-15. <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2024.03.003>
- [4] Li, X.Y., Chen, R.S., Li, G.C., *et al.* (2024) Four New Lycotoniine-Type C19-Diterpenoid Alkaloids from the Whole Plants of *Delphinium kamaonense*. *Journal of Asian Natural Products Research*, **27**, 658-668.
- [5] Li, Q., Wang, Z., Wang, M., Yu, H., Chen, L., Cai, Z., *et al.* (2024) Brunonianines A-C, C20-Diterpenoid Alkaloids with Cyano Group from *Delphinium brunonianum* Royle. *Phytochemistry*, **219**, Article ID: 113987. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2024.113987>
- [6] Li, Q., Gu, M., Wu, H., Xu, C., Yu, H., Zhang, Y., *et al.* (2024) Brunonianines D-F, Three New C19-Diterpenoid Alkaloids from the *Delphinium brunonianum*, with Therapeutic Effect on Ovarian Cancer *in Vitro* and *in Vivo*. *Bioorganic Chemistry*, **148**, Article ID: 107478. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2024.107478>
- [7] Kurbanov, U.K., Levkovich, M.G. and Mukarramov, N.I. (2024) New Diterpene Alkaloid from *Delphinium paradoxum*. *Chemistry of Natural Compounds*, **60**, 115-118. <https://doi.org/10.1007/s10600-024-04271-0>
- [8] Wu, J., Li, G., Ruan, H., Lu, R., Huang, S., Chen, L., *et al.* (2025) Five New C19-Diterpenoid Alkaloids from *Delphinium pachycentrum* Hemsl. and *Delphinium majus* Ulbr. as Potential Acetylcholinesterase Inhibitors. *Fitoterapia*, **182**, Article ID: 106431. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2025.106431>
- [9] Wang, X., Xu, Y., Zhang, Z., Li, H. and Chen, L. (2025) C19-Diterpenoid Alkaloids Isolated from *Delphinium forrestii* var. *viride*. *Phytochemistry*, **233**, Article ID: 114405. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2025.114405>
- [10] Sun, G., Fu, C., Yang, Y., Li, X., Ma, J., Huang, S., *et al.* (2024) Diterpenoid Alkaloids from *Delphinium sherriffii*. *Journal of Asian Natural Products Research*, **27**, 143-152. <https://doi.org/10.1080/10286020.2024.2376244>
- [11] 刘世军, 廖志新, 唐志书, 等. 蓝翠雀花的化学成分研究[J]. 中药材, 2016(2): 318-321.
- [12] 何隽, 邵倩, 付茂洁, 等. 大花还亮草中的黄酮类化合物[J]. 中南民族大学学报(自然科学版), 2018, 37(2): 60-62+73.
- [13] Alhilal, M., Sulaiman, Y., Alhilal, S., Gomha, S. and Ouf, S. (2021) Antifungal Activity of New Diterpenoid Alkaloids Isolated by Different Chromatographic Methods from *Delphinium peregrinum* L. var. *eriocarpum* Boiss. *Molecules*, **26**, Article No. 1375. <https://doi.org/10.3390/molecules26051375>
- [14] Jennings, K.R., Brown, D.G. and Wright, D.P. (1986) Methyllycaconitine, a Naturally Occurring Insecticide with a High Affinity for the Insect Cholinergic Receptor. *Experientia*, **42**, 611-613. <https://doi.org/10.1007/bf01955557>
- [15] Ahmad, S., Ahmad, H., Khan, H.U., Shahzad, A., Khan, E., Ali Shah, S.A., *et al.* (2016) Crystal Structure, Phytochemical Study and Enzyme Inhibition Activity of Ajaconine and Delectinine. *Journal of Molecular Structure*, **1123**, 441-448. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2016.06.051>
- [16] 郑思建, 徐婵, 杨洁, 等. 藏药抗肝癌活性研究[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2017, 51(3): 328-334.
- [17] Meriçli, A.H., Pırıldar, S., Süzgeç, S., Bitiş, L., Meriçli, F., Özçelik, H., *et al.* (2006) Norditerpenoid Alkaloids from the Aerial Parts of *Aconitum cochleare* Woroschin. *Helvetica Chimica Acta*, **89**, 210-217. <https://doi.org/10.1002/hlca.200690023>
- [18] Usmanova, S.K., Tel'nov, V.A., Yunusov, M.S., Abdullaev, N.D., Shreter, A.I. and Filippova, G.B. (1987) Sepaconitine—A New Alkaloid from *Aconitum septentrionale*. *Chemistry of Natural Compounds*, **23**, 734-737. <https://doi.org/10.1007/bf00596656>
- [19] Park, H., Baek, M.Y., Cho, J.G., *et al.* (2011) Insecticidal Alkaloids on Aphids from *Corydalis turtschaninovii* Tubers. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, **54**, 345-352. <https://doi.org/10.3839/jksabc.2011.055>
- [20] Lou, H., Li, G. and Wang, F. (2002) A Cytotoxic Diterpenoid and Antifungal Phenolic Compounds from *Frullania muscicola* Steph. *Journal of Asian Natural Products Research*, **4**, 87-94. <https://doi.org/10.1080/10286020290027353>
- [21] Aldana-Mejía, J.A., Ribeiro, V.P., Katragunta, K., Avula, B., Tatapudi, K.K., Bastos, J.K., *et al.* (2024) Chemical Characterization and Antimicrobial Activity of Green Propolis from the Brazilian Caatinga Biome. *Plants*, **13**, Article No. 3576. <https://doi.org/10.3390/plants13243576>
- [22] 杨云裳, 何荔, 杨爱梅, 等. 藏药短穗兔耳草化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2005(2): 74-75.
- [23] 周威, 程清洲, 陈新, 等. 浙江桐庐产蜂胶中黄酮类化合物研究[J]. 中华中医药杂志, 2013, 28(2): 394-397.
- [24] 田菁, 赵毅民, 栾新慧. 马鞭草化学成分的研究[J]. 中国中药杂志, 2005(4): 29-30.