

- 2010, 93(12): 2419-2425.
- [15] Tian S Z, Yang Y B, Liu K, et al. Antimicrobial metabolites from a novel halophilic actinomycete *Nocardopsis terrae* YIM 90022[J]. *Nat Prod Res*, 2014, 28(5): 344-346.
- [16] 邱玲, 何鑫, 冯丹, 等. 冬虫夏草中一株内生菌次级代谢产物的化学成分[J]. *应用与环境生物学报*, 2018, 24(6): 1290-1294.
- [17] 张斌, 周学明, 赵婷, 等. 诺丽发酵液的化学成分研究[J]. *中国中药杂志*, 2019, 44(18): 4015-4020.
- [18] 周文双, 张曼莉, 孙云鹏, 等. 毫白芍内生真菌哈茨木霉次级代谢产物研究[J]. *中国药物化学杂志*, 2023, 33(9): 671-678.
- [19] Singh D, Kumar R, Chaudhuri P K. A new phenolic compound from the flowers of *Jasminum multiflorum*[J]. *Chem Nat Comp*, 2014, 50(1): 48-49.
- [20] 沈湛云, 朱波, 张泉龙, 等. 不同产地玄参内生真菌种群结构的比较分析[J]. *中草药*, 2019, 50(4): 957-962.
- [21] 董锦润, 李靖, 陈玉惠, 等. 枝孢属真菌次级代谢产物中化学成分及其生物活性的研究进展[J]. *中草药*, 2021, 52(19): 6076-6087.
- [22] 赵冕, 王磊, 冯子迈, 等. 植物环肽研究进展[J]. *中国中药杂志*, 2024, 49(5): 1172-1185.
- [23] 李翎熙, 陈迪路, 周小江. 玄参化学成分、药理活性研究进展及其质量标志物分析预测[J]. *中成药*, 2020, 42(9): 2417-2426.
- [24] Howitz K, Sinclair D. Xenohormesis: sensing the chemical cues of other species[J]. *Cell*, 2008, 133(3): 387-391.
- [25] 安琪, 齐光照, 韩超. 桃叶珊瑚苷抑制人肝癌细胞系 HepG2 增殖[J]. *基础医学与临床*, 2024, 44(3): 333-338.

## 三白草化学成分及其鼻固有层细胞保护活性研究

高磊, 陈璐璐, 张灵敏, 王俊杰\*

(河南省中医院/河南中医药大学第二附属医院, 河南 郑州 450006)

**摘要:** 目的 研究三白草化学成分及其对鼻固有层细胞的保护活性。方法 采用硅胶、Sephadex LH-20 进行分离纯化, 根据理化性质和波谱数据鉴定所得化合物的结构。采用 MTT 法评价化合物对鼻固有层细胞的保护活性。结果 从中分离得到 24 个化合物, 分别鉴定为 burselignan (1)、sipandinolide (2)、lawsonicin (3)、对香豆酸乙酯 (4)、4-(4-carboxy-2-methoxyphenoxy)-3, 5-dimethoxybenzoic acid (5)、tachioside (6)、devenyol (7)、4-oxopinonesino (8)、thunalbene (9)、liguhodgsonal (10)、blapindole K (11)、thymine (12)、8-羟基-5, 6, 7-三甲氧基香豆素 (13)、byzantionoside B (14)、atractylenother (15)、4-甲氧基-5-羟基-1-四氢萘酮 (16)、cinnamic acid (17)、acetanilide (18)、2, 4-二羟基-3-甲基苯甲醛 (19)、3, 7-二甲氧基-5, 3', 4'-三羟基黄酮 (20)、5, 7, 4'-三羟基-3'-甲氧基黄酮 (21)、miliusolide (22)、globuxanthone (23)、polybotrin (24)。20  $\mu\text{mol/L}$  化合物 3、9、10、22、23 干预后, 鼻固有层细胞存活率为 (61.3 $\pm$ 1.6)% ~ (83.1 $\pm$ 1.5)%, 其中化合物 3、10 活性与 *N*-乙酰半胱氨酸相当 ( $P>0.05$ )。结论 化合物 1~24 为首次从该植物中分离得到。化合物 3、10 对鼻固有层细胞具有良好的保护活性。

**关键词:** 三白草; 化学成分; 分离鉴定; 鼻固有层细胞; 保护活性

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2026)05-1547-08

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2026.05.018

## Chemical constituents from *Saururus chinensis* and their protective activity against nasal lamina propria cells

GAO Lei, CHEN Lu-lu, ZHANG Ling-min, WANG Jun-jie\*

(Henan Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine/The Second Affiliated Hospital of Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450006, China)

收稿日期: 2025-08-21

基金项目: 河南省中医药科学研究专项课题 (2022ZY1071); 郑州市医疗卫生领域科技创新指导计划项目 (2024YLZDJH102)

作者简介: 高磊 (1989—), 男, 硕士, 主治医师, 研究方向为中西医结合治疗耳鼻咽喉疾病。E-mail: yao333zy@126.com

\* 通信作者: 王俊杰 (1979—), 男, 硕士, 副主任医师, 研究方向为中西医结合治疗耳鼻咽喉疾病。E-mail: hzszyy777@126.com

**ABSTRACT: AIM** To study the chemical constituents of *Saururus chinensis* (Lour.) and their protective activity against nasal lamina propria cells. **METHODS** Separation and purification were performed using silica gel and Sephadex LH-20, and the structure of obtained compounds were identified by physicochemical properties and spectral data. The protective activity of the compounds against nasal lamina propria cells was evaluated by MTT method. **RESULTS** Twenty-four compounds were isolated and identified as burselignan (**1**), sipandinolide (**2**), lawsonicin (**3**), ethyl p-coumarate (**4**), 4-(4-carboxy-2-methoxyphenoxy)-3,5-dimethoxybenzoic acid (**5**), tachioside (**6**), devenyol (**7**), 4-oxopinonesino (**8**), thunallbene (**9**), liguhodgsonal (**10**), blapindole K (**11**), thymine (**12**), 8-hydroxy-5,6,7-trimethoxy-coumarin (**13**), byzantionoside B (**14**), atractylenother (**15**), 4-methoxy-5-hydroxy-1-tetrahydronaphthone (**16**), cinnamic acid (**17**), acetanilide (**18**), 2,4-dihydroxy-3-methylbenzaldehyde (**19**), 3,7-dimethoxy-5,3',4'-trihydroxyflavone (**20**), 5,7,4'-trihydroxy-3'-methoxyflavone (**21**), miliusolide (**22**), globuxanthone (**23**), polybotrin (**24**). After intervention with compounds **3**, **9**, **10**, **22** and **23** at 20  $\mu\text{mol/L}$ , the viability of nasal lamina propria cells ranged from  $(61.3 \pm 1.6)\%$  to  $(83.1 \pm 1.5)\%$ , among which compounds **3** and **10** showed activity comparable to that of *N*-acetylcysteine ( $P > 0.05$ ). **CONCLUSION** Compounds **1-24** are isolated from *S. chinensis* for the first time. Compounds **3** and **10** have good protective activity against nasal lamina propria cells.

**KEY WORDS:** *Saururus chinensis* (Lour.) Baill; chemical constituents; isolation and identification; nasal lamina propria cells; protective activity

三白草为三白草属植物三白草 *Saururus chinensis* (Lour.) Baill 的全草, 又名白花莲、白叶莲、五路叶白<sup>[1]</sup>, 主要分布于河南、湖北、浙江、广西、四川等地, 其性寒, 味甘、辛, 具有清热利湿、解毒消痈功效, 可用于治疗咽喉肿痛、鼻炎、支气管炎、尿路感染、黄疸、脚气、皮肤湿疹等<sup>[2]</sup>。现代药理研究显示, 三白草主要含木脂素类、萜类、苯丙素类、黄酮类、生物碱类等成分<sup>[3-4]</sup>, 具有抗炎、抗病毒、保护黏膜、保肝、抗氧化等活性, 并且它在鼻部疾病中的应用日益广泛, 独特的临床疗效备受关注。Lee 等<sup>[5]</sup> 研究显示, 三白草提取物治疗变应性鼻炎 4 周后, 可明显改善患者鼻痒、打喷嚏、鼻塞等症状, 修复受损鼻黏膜组织。鼻固有层细胞在维持鼻腔正常生理功能方面具有重要作用, 故本研究对三白草化学成分进行分离鉴定, 并评价它们对鼻固有层细胞的影响, 以期阐明该植物治疗鼻部疾病的物质基础, 为相关新药研发提供参考。

## 1 材料

Xevo TQ-S 型质谱仪 (美国 Waters 公司); DD2 600 型核磁共振仪 (美国 Agilent Technologies 公司); Eyela G-50 型循环式真空水泵 (日本 Eyela 公司); Spectra Maxi3x 型多功能酶标仪 (美国 Molecular Devices 公司); TFX-20 型暗箱式紫外分析仪 (法国 Vilber 公司); R-300 型旋转蒸发器 (瑞士 Buchi Labortechnik 公司); ME204 型电子天

平 (瑞士 Mettler-Toledo 公司); CPA225D 型电子分析天平 (德国 Sartorius 公司)。柱色谱硅胶、薄层色谱硅胶 (德国 Merck 公司); Sephadex LH-20 凝胶 (美国 Cytiva 公司)。二甲基亚砜 (DMSO)、噻唑蓝 (MTT) (美国 Sigma-Aldrich 公司); 提取分离试剂均为分析纯。

三白草采自河南巩义, 经河南中医药大学第二附属医院李静波教授鉴定为三白草科植物三白草 *Saururus chinensis* (Lour.) Baill 的全草。鼻黏液腺细胞 (瑞士 Lonza 公司)。

## 2 提取与分离

称取干燥的三白草全草 17.5 kg, 加入 175 L 95% 乙醇加热回流提取 3 次, 回收溶剂, 得 2.3 kg 总浸膏, 依次用石油醚、丙酮和正丁醇萃取, 回收溶剂, 得到石油醚萃取物 (Fr. A, 207 g)、乙酸乙酯萃取物 (Fr. B, 185 g) 和正丁醇萃取物 (Fr. C, 236 g)。

Fr. A 经硅胶柱色谱分离, 采用石油醚-丙酮 (90 : 10 ~ 10 : 90) 梯度洗脱, 得 Fr. A1 ~ Fr. A7。Fr. A2 (11.2 g) 经硅胶柱色谱分离, 采用正己烷-乙酸乙酯 (70 : 30 ~ 30 : 70) 梯度洗脱, 得 Fr. A2-1 ~ Fr. A2-9, Fr. A2-3 (181 mg) 经硅胶柱色谱纯化, 采用正己烷-丙酮 (70 : 30 ~ 30 : 70) 洗脱, 得化合物 **1** (27 mg)、**2** (18 mg); Fr. A2-5 (151 mg) 经硅胶柱色谱纯化, 采用正己烷-乙酸乙酯 (80 : 20 ~ 20 : 80) 梯度洗脱, 得化合物 **8** (21

mg)、**9** (21 mg); Fr. A2-7 (163 mg) 经 Sephadex LH-20 凝胶柱分离, 采用甲醇洗脱, 得化合物 **5** (26 mg)。Fr. A4 (15.1 g) 经硅胶柱色谱分离, 采用正己烷-丙酮 (60 : 40~20 : 80) 梯度洗脱, 得 Fr. A4-1~Fr. A4-6, Fr. A4-2 (125 mg) 经硅胶柱色谱纯化, 采用正己烷-乙酸乙酯 (60 : 40~40 : 60) 梯度洗脱, 得化合物 **10** (20 mg); Fr. A4-4 (117 mg) 经 Sephadex LH-20 凝胶柱分离, 采用甲醇洗脱, 得化合物 **3** (21 mg)、**4** (18 mg); Fr. A4-5 (113 mg) 经 Sephadex LH-20 凝胶柱分离, 采用甲醇洗脱, 得化合物 **11** (23 mg)。

Fr. B 经硅胶柱色谱分离, 采用石油醚-丙酮 (60 : 40~40 : 60) 梯度洗脱, 合并相似流分, 得 Fr. B1~Fr. A8。Fr. B3 (10.7 g) 经硅胶柱色谱分离, 采用正己烷-甲醇 (70 : 30~30 : 70) 梯度洗脱, 得 Fr. B3-1~Fr. B3-6, Fr. B3-2 (109 mg) 经 Sephadex LH-20 凝胶柱分离, 采用甲醇洗脱, 得化合物 **6** (21 mg)、**7** (21 mg); Fr. B3-4 (146 mg) 经硅胶柱色谱纯化, 采用正己烷-甲醇 (80 : 20~20 : 80) 梯度洗脱, 得化合物 **12** (22 mg)、**13** (22 mg)。Fr. B5 (11.6 g) 经硅胶柱色谱分离, 采用正己烷-甲醇 (60 : 40~40 : 60) 梯度洗脱, 得 Fr. B5-1~Fr. B5-5, Fr. B5-1 (163 mg) 经 Sephadex LH-20 凝胶柱分离, 采用甲醇洗脱, 得化合物 **14** (24 mg); Fr. B5-3 (131 mg) 经硅胶柱色谱纯化, 采用正己烷-甲醇 (80 : 20~20 : 80) 梯度洗脱, 得化合物 **15** (26 mg)、**16** (20 mg)。

Fr. C 经硅胶柱色谱分离, 采用乙酸乙酯-甲醇 (80 : 20~20 : 80) 梯度洗脱, 合并相似流分, 得 Fr. C1~Fr. C6, Fr. C3 (13.9 g) 经硅胶柱色谱分离, 采用丙酮-甲醇 (70 : 30~30 : 70) 梯度洗脱, 得 Fr. C3-1~Fr. C3-6, Fr. C3-2 (162 mg) 经 Sephadex LH-20 凝胶柱分离, 采用甲醇洗脱, 得化合物 **17** (26 mg); Fr. C3-3 (125 mg) 经硅胶柱色谱纯化, 采用丙酮-甲醇 (80 : 20~20 : 80) 梯度洗脱, 得化合物 **18** (21 mg)、**19** (23 mg); Fr. C3-6 (131 mg) 经反复结晶纯化, 得化合物 **23** (20 mg)。Fr. C5 (13.9 g) 经硅胶柱色谱分离, 采用丙酮-甲醇 (70 : 30~30 : 70) 梯度洗脱, 得 Fr. C5-1~Fr. C5-6, Fr. C5-1 (152 mg) 经 Sephadex LH-20 凝胶柱分离, 采用甲醇洗脱, 得化合物 **20** (19 mg); Fr. C5-3 (171 mg) 经硅胶柱色谱纯化, 采用丙酮-甲醇 (80 : 20~20 : 80) 梯度洗脱, 得化合物 **21** (23 mg)、**22** (20 mg); Fr. C5-4 (116

mg) 经硅胶柱色谱纯化, 采用丙酮-甲醇 (80 : 20~20 : 80) 梯度洗脱, 得化合物 **24** (21 mg)。

### 3 结构鉴定

化合物 **1**: 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 383.1356  $[M+Na]^+$ 。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO- $d_6$ , 600 MHz)  $\delta$ : 6.93 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-5), 6.74 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-2), 6.53 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-6), 6.48 (1H, s, H-2'), 6.23 (1H, s,  $J=11.2$  Hz, H-5'), 3.92 (1H, s, H-7), 3.72 (1H, m, H-9b), 3.53 (3H, s, 3-OCH<sub>3</sub>), 2.81 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-7'), 2.24 (1H, m, H-8'); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO- $d_6$ , 150 MHz)  $\delta$ : 131.5 (C-1), 126.5 (C-2), 151.8 (C-3), 143.6 (C-4), 115.6 (C-5), 118.6 (C-6), 49.2 (C-7), 47.6 (C-8), 63.1 (C-9), 128.4 (C-1'), 110.6 (C-2'), 146.2 (C-3'), 112.6 (C-4'), 118.1 (C-5'), 133.9 (C-6'), 32.1 (C-7'), 39.5 (C-8'), 68.1 (C-9'), 53.5 (3-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献 [6] 报道基本一致, 故鉴定为 burselignan。

化合物 **2**: 黄色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 287.2437  $[M+Na]^+$ 。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO- $d_6$ , 600 MHz)  $\delta$ : 6.84 (1H, m, H-5), 5.97 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-4), 5.94 (1H, s, H-1), 4.76 (1H, brs, H-12b), 4.71 (1H, brs, H-12a), 2.92 (1H, m, H-6), 2.51 (2H, m, H-8), 2.06 (3H, brs, H-10), 1.96 (3H, s, H-14), 1.76 (2H, m, H-7), 1.71 (3H, s, H-13); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO- $d_6$ , 150 MHz)  $\delta$ : 102.6 (C-1), 141.5 (C-2), 113.9 (C-3), 120.6 (C-4), 137.6 (C-5), 49.6 (C-6), 27.31 (C-7), 39.6 (C-8), 192.6 (C-9), 34.6 (C-10), 139.5 (C-11), 111.6 (C-12), 20.3 (C-13), 12.4 (C-14), 153.9 (C-15)。以上数据与文献 [7] 报道基本一致, 故鉴定为 sipandinolide。

化合物 **3**: 黄色油状物, ESI-MS  $m/z$ : 383.1296  $[M+Na]^+$ 。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO- $d_6$ , 600 MHz)  $\delta$ : 7.03 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-2'), 6.93 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-6'), 6.82 (1H, d,  $J=4.1$  Hz, H-5'), 6.69 (2H, s, H-4, 7), 5.47 (1H, d,  $J=4.1$  Hz, H-2), 3.96 (3H, s, 6-OCH<sub>3</sub>), 3.85~3.75 (2H, m, H-3b), 3.61 (2H, t,  $J=11.2$  Hz, H-3''), 3.52 (1H, m, H-3), 2.73 (2H, t,  $J=11.25$  Hz, H-1''), 1.93 (2H, m, H-2''); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO- $d_6$ , 150 MHz)  $\delta$ : 92.1 (C-1), 85.6 (C-2), 59.1 (C-3), 113.8 (C-4), 142.4 (C-5), 148.4 (C-6), 113.4 (C-7), 134.9 (C-1'),

113.5 (C-2'), 145.9 (C-3'), 132.6 (C-4'), 115.3 (C-5'), 117.2 (C-6'), 32.6 (C-1''), 35.1 (C-2''), 62.6 (C-3''), 54.2 (6-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献 [8] 报道基本一致, 故鉴定为 lawsonicin。

化合物 4: 黄色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 215.203 4 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz)  $\delta$ : 8.91 (1H, brs, 4'-OH), 7.53 (1H, d,  $J=4.1$  Hz, H-3), 7.48 (2H, d,  $J=11.3$  Hz, H-2', 6'), 7.02 (2H, d,  $J=11.2$  Hz, H-3', 5'), 6.53 (1H, d,  $J=4.1$  Hz, H-2), 1.34 (3H, t,  $J=11.2$  Hz, 4-OCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz)  $\delta$ : 153.7 (C-1), 109.8 (C-2), 143.8 (C-3), 125.6 (C-1'), 31.4 (C-2'), 114.5 (C-3'), 157.6 (C-4'), 114.5 (C-5'), 31.4 (C-6'), 58.6 (4-OCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>)。以上数据与文献 [9] 报道基本一致, 故鉴定为对香豆酸乙酯。

化合物 5: 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 406.495 3 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz)  $\delta$ : 7.51~7.47 (2H, s, H-2, 6), 7.23 (2H, m, H-2', 6'), 6.73 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-5'), 3.86 (3H, s, 5-OCH<sub>3</sub>), 3.81 (3H, s, 3'-OCH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz)  $\delta$ : 113.5 (C-1), 97.3 (C-2), 135.6 (C-3), 107.2 (C-4), 135.6 (C-5), 97.3 (C-6), 162.8 (C-7), 116.8 (C-1'), 108.2 (C-2'), 143.8 (C-3'), 151.3 (C-4'), 120.6 (C-5'), 130.5 (C-6'), 161.8 (C-7'), 55.1 (5-OCH<sub>3</sub>), 55.9 (3'-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献 [10] 报道基本一致, 故鉴定为 4-(4-carboxy-2-methoxyphenoxy)-3, 5-dimethoxybenzoic acid。

化合物 6: 黄色油状物, ESI-MS  $m/z$ : 325.026 8 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz)  $\delta$ : 6.79 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-3), 6.71 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-6), 6.63 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-5), 4.81 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-1'), 4.02 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-6'a), 3.91 (3H, s, H-7), 3.72 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-6' $\beta$ ), 3.52 (1H, overlap, H-3'), 3.37 (1H, overlap, H-5'), 3.47 (1H, overlap, H-4'), 3.29 (1H, overlap, H-2'); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz)  $\delta$ : 126.8 (C-1), 136.8 (C-2), 98.3 (C-3), 142.6 (C-4), 108.5 (C-5), 119.2 (C-6), 57.1 (C-7), 104.1 (C-1'), 76.2 (C-2'), 79.3 (C-3'), 71.7 (C-4'), 77.5 (C-5'), 64.5 (C-6')。以上数据与文献 [11] 报道基本一致, 故鉴定为

tachioside。

化合物 7: 白色针晶, ESI-MS  $m/z$ : 287.135 9 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz)  $\delta$ : 7.91 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-4), 7.42 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-5), 6.81 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-6), 6.16 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-3), 3.94 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-2'), 3.06 (1H, dd,  $J=11.2, 4.2$  Hz, H-1'), 2.76 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-1), 1.52 (3H, s, H-4'), 1.42 (3H, s, H-5')；<sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz)  $\delta$ : 125.1 (C-1), 153.8 (C-2), 108.3 (C-3), 151.3 (C-4), 127.2 (C-5), 113.5 (C-6), 156.3 (C-7), 116.1 (C-8), 155.3 (C-9), 114.1 (C-10), 27.1 (C-1'), 80.2 (C-2'), 71.3 (C-3'), 22.3 (C-4'), 26.1 (C-5')。以上数据与文献 [12] 报道基本一致, 故鉴定为 devenyol。

化合物 8: 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 394.103 7 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz)  $\delta$ : 4.51 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-8b), 5.42 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-2), 5.37 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-6), 3.97 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-8a), 3.85 (6H, s, 3', 3''-OCH<sub>3</sub>), 3.53 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-5), 3.36~3.32 (1H, m, H-1); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz)  $\delta$ : 52.3 (C-1), 84.1 (C-2), 126.8 (C-3), 163.8 (C-4), 52.1 (C-5), 85.7 (C-6), 73.1 (C-7), 130.3 (C-1'), 107.6 (C-2'), 136.5 (C-3'), 134.8 (C-4'), 112.6 (C-5'), 105.6 (C-6'), 126.8 (C-1''), 106.1 (C-2''), 145.6 (C-3''), 143.5 (C-4''), 115.6 (C-5''), 119.2 (C-6''), 55.3 (3'-OCH<sub>3</sub>), 55.3 (3''-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献 [13] 报道基本一致, 故鉴定为 4-oxopinorensinol。

化合物 9: 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 281.146 3 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz)  $\delta$ : 7.21 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-6'), 7.05 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-4), 6.93 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-5'), 6.91 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-4'), 6.83 (1H, d,  $J=4.1$  Hz, H-a), 6.65 (1H, s, H-2), 6.53 (1H, s, H-2'), 6.46 (1H, s, H-6), 6.43 (1H, d,  $J=4.1$  Hz, H-a'), 3.91 (3H, s, 5-OCH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz)  $\delta$ : 137.1 (C-1), 105.3 (C-2), 156.2 (C-3), 97.3 (C-4), 152.3 (C-5), 101.5 (C-6), 140.3 (C-1'), 106.3 (C-2'), 141.3 (C-3'), 113.2 (C-4'), 131.7 (C-5'), 117.2 (C-6'),

53.1 (5-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献 [14] 报道基本一致, 故鉴定为 thunalbene。

化合物 10: 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 281.106 4 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz)  $\delta$ : 7.07 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-3), 6.73 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-1), 4.97 (1H, s, 2-OH), 4.73 (2H, d,  $J=11.2$  Hz, H-12), 3.51 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-6a), 2.96~2.91 (3H, m, H-6b/9), 2.46~2.42 (1H, m, H-7a), 2.08~2.03 (1H, m, H-8a), 1.91 (3H, brs, H-13), 1.79~1.63 (1H, m, H-8b); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz)  $\delta$ : 117.2 (C-1), 132.6 (C-2), 108.4 (C-3), 123.9 (C-4), 126.3 (C-5), 30.5 (C-6), 37.6 (C-7), 29.3 (C-8), 29.1 (C-9), 127.6 (C-10), 153.6 (C-11), 113.6 (C-12), 24.6 (C-13), 181.6 (C-14)。以上数据与文献 [15] 报道基本一致, 故鉴定为 ligu hodgsonal。

化合物 11: 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 186.023 5 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz)  $\delta$ : 6.73 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-4), 6.48 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-6), 3.28 (2H, s, H-3), 2.17 (3H, s, 1-CH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz)  $\delta$ : 153.7 (C-1), 134.6 (C-2), 33.7 (C-3), 114.6 (C-4), 153.5 (C-5), 116.4 (C-6), 126.2 (C-7), 122.4 (C-8), 125.6 (C-9), 19.1 (1-CH<sub>3</sub>)。以上数据与文献 [16] 报道基本一致, 故鉴定为 blapindole K。

化合物 12: 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 148.134 7 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz)  $\delta$ : 7.18 (1H, s, H-6), 5.73 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-3), 4.13 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-1), 3.94 (1H, m, H-2), 1.74 (3H, s, H-7); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz)  $\delta$ : 124.3 (C-1), 146.2 (C-2), 121.5 (C-3), 151.3 (C-4), 106.2 (C-5), 141.2 (C-6), 13.5 (C-7)。以上数据与文献 [17] 报道基本一致, 故鉴定为 thymine。

化合物 13: 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 275.104 3 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz)  $\delta$ : 8.03 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-4), 6.31 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-3), 4.17 (3H, s, 7-OCH<sub>3</sub>), 4.06 (3H, s, 5-OCH<sub>3</sub>), 4.02 (3H, s, 6-OCH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz)  $\delta$ : 132.5 (C-1), 151.7 (C-2), 108.5 (C-3), 137.1 (C-4), 131.8 (C-5), 126.8 (C-6), 151.6 (C-7), 133.1 (C-8), 136.7 (C-9), 105.1 (C-10), 63.1 (5-OCH<sub>3</sub>), 62.5 (6-OCH<sub>3</sub>), 60.2 (7-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献 [18]

报道基本一致, 故鉴定为 8-羟基-5, 6, 7-三甲氧基香豆素。

化合物 14: 黄色油状物, ESI-MS  $m/z$ : 395.127 8 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz)  $\delta$ : 5.91 (1H, s, H-4), 4.23 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-1'), 4.01 (1H, m, H-9), 3.72 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-6'a), 3.41 (1H, m, H-3'), 3.31 (1H, m, H-4'), 3.08 (1H, m, H-2'), 2.53 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-2b), 1.96 (3H, s, H-13), 1.83 (1H, m, H-7b), 1.71 (1H, m, H-2a), 1.57 (1H, m, H-8a), 1.43 (1H, m, H-7a), 0.96 (3H, s, H-12), 0.91 (3H, s, H-11); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz)  $\delta$ : 38.4 (C-1), 50.1 (C-2), 182.6 (C-3), 117.5 (C-4), 163.5 (C-5), 53.1 (C-6), 28.3 (C-7), 37.6 (C-8), 76.1 (C-9), 20.3 (C-10), 31.4 (C-11), 28.3 (C-12), 24.7 (C-13), 97.3 (C-1'), 76.5 (C-2'), 77.3 (C-3'), 72.4 (C-4'), 78.2 (C-5'), 63.1 (C-6')。以上数据与文献 [19] 报道基本一致, 故鉴定为 byzantionoside B。

化合物 15: 白色油状物, ESI-MS  $m/z$ : 257.113 5 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz)  $\delta$ : 4.91 (1H, d,  $J=4.1$  Hz, H-15a), 4.65 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-12a), 4.38 (1H, d,  $J=4.1$  Hz, H-15b), 3.95 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-12b), 2.67 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-6a), 2.53 (1H, dt,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-3a), 2.09 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-6b), 2.01 (1H, td,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-5), 1.76 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-5), 1.65 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-9a), 1.51 (1H, dt,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-1a), 1.28 (1H, d,  $J=11.2$  Hz, H-9b), 0.97 (3H, s, 14-CH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz)  $\delta$ : 42.6 (C-1), 23.1 (C-2), 37.4 (C-3), 146.3 (C-4), 48.7 (C-5), 26.3 (C-6), 126.5 (C-7), 100.2 (C-8), 48.1 (C-9), 37.1 (C-10), 125.2 (C-11), 72.6 (C-12), 17.3 (14-CH<sub>3</sub>)。以上数据与文献 [20] 报道基本一致, 故鉴定为 atractylenothenol。

化合物 16: 白色油状物, ESI-MS  $m/z$ : 215.142 9 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz)  $\delta$ : 8.61 (1H, s, 5-OH), 7.48 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-7), 7.41 (1H, t,  $J=4.1$  Hz, H-8), 6.93 (1H, dd,  $J=11.2, 4.1$  Hz, H-6), 5.03 (1H, m, H-4), 3.71 (3H, s, 4-OCH<sub>3</sub>), 2.63

(1H, m, H-2b), 2.43 (1H, m, H-2a), 2.31 (1H, m, H-3b), 2.08 (1H, m, 3a); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz) δ: 182.8 (C-1), 36.1 (C-2), 28.3 (C-3), 79.1 (C-4), 154.6 (C-5), 121.7 (C-6), 131.2 (C-7), 117.3 (C-8), 131.6 (C-9), 125.3 (C-10), 56.9 (C-11)。以上数据与文献 [21] 报道基本一致, 故鉴定为 4-甲氧基-5-羟基-1-四氢萘酮。

化合物 17: 黄色油状物, ESI-MS *m/z*: 171.136 8 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz) δ: 7.73 (1H, d, *J*=11.2 Hz, H-7), 7.48 (2H, m, H-2, 6), 7.36 (3H, m, H-3, 4, 5), 6.53 (1H, d, *J*=11.2 Hz, H-8); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz) δ: 127.3 (C-1), 131.6 (C-2), 131.6 (C-3), 127.3 (C-4), 124.2 (C-5), 126.3 (C-6), 145.1 (C-7), 115.4 (C-8), 173.1 (C-9)。以上数据与文献 [22] 报道基本一致, 故鉴定为 cinnamic acid。

化合物 18: 黄色油状物, ESI-MS *m/z*: 148.115 8 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz) δ: 7.61 (2H, m, H-2', 6'), 7.32 (2H, m, H-3', 5'), 6.93 (1H, t, *J*=11.2 Hz, H-4'), 1.93 (3H, s, H-2); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz) δ: 163.8 (C-1), 24.1 (C-2), 140.3 (C-1'), 117.5 (C-2'), 128.6 (C-3'), 124.1 (C-4'), 122.6 (C-5'), 120.5 (C-6')。以上数据与文献 [23] 报道基本一致, 故鉴定为 acetanilide。

化合物 19: 黄色油状物, ESI-MS *m/z*: 175.146 8 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz) δ: 9.53 (1H, s, H-7), 7.26 (1H, d, *J*=11.2 Hz, H-5), 6.53 (1H, d, *J*=11.2 Hz, H-6), 1.97 (3H, s, H-8); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz) δ: 129.5 (C-1), 143.9 (C-2), 96.8 (C-3), 151.6 (C-4), 103.5 (C-5), 121.6 (C-6), 176.9 (C-7), 52.6 (C-8)。以上数据与文献 [24] 报道基本一致, 故鉴定为 2, 4-二羟基-3-甲基苯甲醛。

化合物 20: 黄色油状物, ESI-MS *m/z*: 353.128 9 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz) δ: 7.53 (1H, d, *J*=4.1 Hz, H-2'), 7.46 (1H, dd, *J*=11.2, 4.1 Hz, H-6'), 7.03 (1H, d, *J*=11.2 Hz, H-3'), 6.63 (1H, d, *J*=11.2 Hz, H-8), 6.28 (1H, d, *J*=11.2 Hz, H-6), 3.91 (3H, s, 3-OCH<sub>3</sub>), 3.82 (3H, s, 7-OCH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz) δ: 31.6 (C-1), 146.3 (C-2), 140.2 (C-3), 176.8 (C-4), 153.6 (C-5),

106.8 (C-6), 157.1 (C-7), 94.8 (C-8), 157.1 (C-9), 105.4 (C-10), 123.5 (C-1'), 117.1 (C-2'), 142.9 (C-3'), 143.9 (C-4'), 115.2 (C-5'), 123.6 (C-6'), 61.8 (3-OCH<sub>3</sub>), 54.9 (7-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献 [25] 报道基本一致, 故鉴定为 3, 7-二甲氧基-5, 3', 4'-三羟基黄酮。

化合物 21: 黄色油状物, ESI-MS *m/z*: 379.135 8 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz) δ: 12.16 (1H, s, OH-5), 7.81 (1H, dd, *J*=11.2, 4.1 Hz, H-6'), 7.53 (1H, d, *J*=11.2 Hz, H-2'), 7.36 (1H, d, *J*=11.2 Hz, H-5'), 7.06 (1H, s, H-3), 6.92 (1H, d, *J*=11.2 Hz, H-6), 6.64 (1H, d, *J*=11.2 Hz, H-8), 3.91 (3H, s, 3'-OCH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz) δ: 153.9 (C-1), 161.2 (C-2), 103.1 (C-3), 174.2 (C-4), 157.1 (C-5), 99.5 (C-6), 154.1 (C-7), 96.1 (C-8), 157.3 (C-9), 103.2 (C-10), 118.3 (C-1'), 106.2 (C-2'), 145.3 (C-3'), 153.1 (C-4'), 116.9 (C-5'), 115.6 (C-6'), 55.7 (3'-OCH<sub>3</sub>)。以上数据与文献 [26] 报道基本一致, 故鉴定为 5, 7, 4'-三羟基-3'-甲氧基黄酮。

化合物 22: 黄色油状物, ESI-MS *m/z*: 379.126 1 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz) δ: 5.91 (1H, dt, *J*=11.2, 4.1 Hz, H-16), 5.76 (1H, m, H-19), 5.32 (1H, m, H-15), 4.93 (2H, m, H-20), 4.61 (1H, m, H-22), 3.76 (1H, dd, *J*=11.2, 4.1 Hz, H-23), 3.43 (1H, dd, *J*=11.2, 4.1 Hz, H-23), 2.68 (1H, m, H-2), 2.37 (2H, m, H-17), 2.19 (1H, m, H-21), 1.93 (1H, m, H-21), 1.43 (2H, m, H-9), 1.39 (1H, m, H-3); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz) δ: 163.8 (C-1), 40.1 (C-2), 32.7 (C-3), 30.2~28.6 (C-4-8), 29.1 (C-9), 20.4 (C-10), 86.1 (C-11), 64.9 (C-12), 73.2 (C-13), 78.1 (C-14), 97.6 (C-15), 145.1 (C-16), 31.6 (C-17), 32.9 (C-18), 136.2 (C-19), 114.2 (C-20), 30.2 (C-21), 77.1 (C-22), 65.1 (C-23)。以上数据与文献 [27] 报道基本一致, 故鉴定为 milusolide。

化合物 23: 黄色粉末, ESI-MS *m/z*: 335.134 8 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz) δ: 11.29 (1H, s, 1-OH), 9.68 (1H, s, 2-OH), 9.06 (1H, s, 5-OH), 7.31 (1H, s, H-3), 7.26 (1H, dd, *J*=11.2, 4.1 Hz, H-6), 7.15 (1H, t, *J*=4.1 Hz, H-7), 7.06 (1H, dd, *J*=11.2, 4.1 Hz, H-8),

6.29 (1H, dd,  $J = 11.2, 4.1$  Hz, H-2'), 4.83 (1H, d,  $J = 11.2$  Hz, Ha-3'), 4.76 (1H, d,  $J = 11.2$  Hz, Hb-3'), 1.83 (6H, s, 4', 5'-CH<sub>3</sub>); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz)  $\delta$ : 132.6 (C-1), 121.9 (C-2), 107.6 (C-3), 114.6 (C-4), 137.1 (C-5), 108.3 (C-6), 121.8 (C-7), 111.6 (C-8), 168.6 (C-9), 131.9 (C-10), 40.6 (C-1'), 131.8 (C-2'), 105.9 (C-3'), 27.1 (C-4'), 27.8 (C-5')。以上数据与文献 [28] 报道基本一致, 故鉴定为 globuxanthone。

化合物 **24**: 白色粉末, ESI-MS  $m/z$ : 255.162 3 [M+Na]<sup>+</sup>。<sup>1</sup>H-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 600 MHz)  $\delta$ : 7.91 (1H, d,  $J = 11.2$  Hz, H-4'), 5.85 (1H, d,  $J = 4.1$  Hz, H-2), 5.38 (1H, d,  $J = 11.2$  Hz, H-5'), 3.96 (1H, q,  $J = 11.2$  Hz, H-3), 3.81 (1H, q,  $J = 11.2$  Hz, H-4), 3.75 (1H, q,  $J = 4.1$  Hz, H-5), 3.71 (1H, ddd,  $J = 11.2, 4.1, 2.0$  Hz, H-6), 3.42 (1H, ddd,  $J = 11.2, 4.1, 2.0$  Hz, H-6); <sup>13</sup>C-NMR (DMSO-*d*<sub>6</sub>, 150 MHz)  $\delta$ : 91.3 (C-1), 85.2 (C-2), 71.6 (C-3), 70.3 (C-4), 86.9 (C-5), 59.6

(C-6), 136.9 (C-1'), 142.9 (C-2'), 139.8 (C-3'), 125.6 (C-4'), 99.3 (C-5')。以上数据与文献 [29] 报道基本一致, 故鉴定为 polybotrin。

#### 4 鼻固有层细胞保护活性评价

采用 MTT 法<sup>[30]</sup>评价各化合物对鼻固有层细胞的影响, 以 *N*-乙酰半胱氨酸为阳性对照。取对数生长期细胞, 培养基制成密度为  $2 \times 10^5$ /mL 的混悬液, 按每孔 100  $\mu$ L 接种于 96 孔板 (设 6 个复孔), 置于 37  $^{\circ}$ C 培养箱中预培养 12 h, 化合物组分别加入 5、10、20  $\mu$ mol/L 各化合物, 阳性组加入 5  $\mu$ mol/L *N*-乙酰半胱氨酸, 空白组加入等体积培养基, 继续培养 12 h, 每孔加入 10  $\mu$ L MTT 溶液, 孵育 12 h, 测定 450 nm 波长处光密度, 计算细胞存活率, 公式为细胞存活率 = (测试孔光密度/基底孔光密度)  $\times$  100%。

由表 1 可知, 与空白组比较, 5、10、20  $\mu$ mol/L 化合物 **10**、**23**, 10、20  $\mu$ mol/L 化合物 **3**, 20  $\mu$ mol/L 化合物 **9**、**22** 对鼻固有层细胞具有保护作用 ( $P < 0.05$ ), 其中 20  $\mu$ mol/L 化合物 **3**、**10** 作用与 *N*-乙酰半胱氨酸相当 ( $P > 0.05$ )。

表 1 各化合物对鼻固有层细胞的影响 ( $\bar{x} \pm s$ ,  $n = 6$ )

Tab. 1 Effects of various compounds on nasal lamina propria cells ( $\bar{x} \pm s$ ,  $n = 6$ )

化合物	细胞存活率/%			化合物	细胞存活率/%		
	5 $\mu$ mol/L	10 $\mu$ mol/L	20 $\mu$ mol/L		5 $\mu$ mol/L	10 $\mu$ mol/L	20 $\mu$ mol/L
<b>1</b>	46.9 $\pm$ 1.2	47.1 $\pm$ 1.6	49.6 $\pm$ 1.7	<b>14</b>	46.3 $\pm$ 1.3	46.2 $\pm$ 1.2	46.5 $\pm$ 1.4
<b>2</b>	47.6 $\pm$ 1.5	47.9 $\pm$ 1.5	48.3 $\pm$ 1.3	<b>15</b>	46.6 $\pm$ 1.5	47.5 $\pm$ 1.6	47.5 $\pm$ 1.5
<b>3</b>	48.5 $\pm$ 1.3	78.6 $\pm$ 1.6*	82.2 $\pm$ 1.5*	<b>16</b>	46.8 $\pm$ 1.3	47.3 $\pm$ 1.3	48.5 $\pm$ 1.4
<b>4</b>	46.1 $\pm$ 1.6	47.1 $\pm$ 1.4	47.3 $\pm$ 1.4	<b>17</b>	48.2 $\pm$ 1.2	47.1 $\pm$ 1.4	48.9 $\pm$ 1.3
<b>5</b>	47.1 $\pm$ 1.2	47.3 $\pm$ 1.4	47.9 $\pm$ 1.5	<b>18</b>	47.2 $\pm$ 1.4	47.9 $\pm$ 1.2	48.1 $\pm$ 1.3
<b>6</b>	46.1 $\pm$ 1.6	46.5 $\pm$ 1.5	46.2 $\pm$ 1.5	<b>19</b>	48.1 $\pm$ 1.1	48.6 $\pm$ 1.3	49.1 $\pm$ 1.2
<b>7</b>	46.9 $\pm$ 1.6	46.5 $\pm$ 1.4	47.1 $\pm$ 1.3	<b>20</b>	46.4 $\pm$ 1.0	46.7 $\pm$ 1.2	46.9 $\pm$ 1.1
<b>8</b>	46.1 $\pm$ 1.4	46.5 $\pm$ 1.3	46.8 $\pm$ 1.2	<b>21</b>	47.3 $\pm$ 1.1	47.9 $\pm$ 1.2	48.3 $\pm$ 1.3
<b>9</b>	47.2 $\pm$ 1.5	48.6 $\pm$ 1.6	61.3 $\pm$ 1.6*	<b>22</b>	48.9 $\pm$ 1.1	49.5 $\pm$ 1.3	61.8 $\pm$ 1.2*
<b>10</b>	63.5 $\pm$ 1.3*	76.8 $\pm$ 1.3*	83.1 $\pm$ 1.5*	<b>23</b>	59.3 $\pm$ 1.2*	64.3 $\pm$ 1.1*	75.3 $\pm$ 1.4*
<b>11</b>	47.1 $\pm$ 1.2	47.8 $\pm$ 1.5	48.1 $\pm$ 1.4	<b>24</b>	47.3 $\pm$ 1.1	47.9 $\pm$ 1.3	48.2 $\pm$ 1.4
<b>12</b>	47.9 $\pm$ 1.4	48.2 $\pm$ 1.2	49.5 $\pm$ 1.5	阳性组		84.2 $\pm$ 1.6	
<b>13</b>	46.1 $\pm$ 1.6	46.8 $\pm$ 1.5	46.5 $\pm$ 1.4	空白组		46.3 $\pm$ 1.2	

注: 与空白组比较, \* $P < 0.05$ 。

#### 5 讨论与结论

本研究从三白草中分离鉴定得到 24 个化合物, 均为首次从该植物中发现, 涉及木脂素类 (化合物 **1**、**3**、**8**)、萜类 (化合物 **2**、**7**、**15**、**22**)、苯丙素类 (化合物 **4**、**5**、**13**)、黄酮类 (化合物 **20**、**21**) 等多种类型, 体现了其成分多样性。活性研究结果显示, 化合物 **3**、**10** 对鼻固有层细胞具有显著保护活性, 为将三白草开发成新型鼻黏膜保护药

物提供了重要先导成分, 也为其他天然产物在耳鼻咽喉疾病中的应用开辟了新方向。

#### 参考文献:

[1] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草 (第三册) [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999: 417-421.  
[2] 随家宁, 李芳婵, 郭勇秀, 等. 三白草化学成分与药理作用研究进展及质量标志物预测分析[J]. 食品工业科技, 2020,

- 41(18): 353-359; 367.
- [ 3 ] 肖 伟, 彭 冰, 彭 勇, 等. 三白草的研究进展[J]. 中草药, 2010, 41(12): 2111-2115.
- [ 4 ] 翟英英, 赵素霞. 三白草木脂素类化学成分及其药理活性研究进展[J]. 中国合理用药探索, 2021, 18(5): 98-100.
- [ 5 ] Lee Y, Lee K J, Park J, *et al.* Efficacy and safety of saururus chinensis extract (LHF<sub>618</sub>) for treating allergic rhinitis: a randomized, double-blind, placebo-controlled, multicenter clinical study[J]. *J Med Food*, 2025, 153(2): 16342-16437.
- [ 6 ] 王雨轩, 刘媛媛, 张玉莹, 等. 长胜七中木脂素类化学成分研究[J]. 南京中医药大学学报, 2025, 41(6): 813-821.
- [ 7 ] 班宇航, 刘 欢, 柳 航, 等. 湖北金粟兰乙酸乙酯部位化学成分研究[J]. 现代中药研究与实践, 2025, 39(2): 55-60.
- [ 8 ] 刘杠杠, 李志强, 王 琦, 等. 柳叶菜风毛菊的化学成分研究[J]. 中草药, 2025, 56(8): 2748-2758.
- [ 9 ] 王 刚, 刘劲松, 李红艳, 等. 檫木化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发, 2011, 23(2): 267-269.
- [ 10 ] 付 港, 肖时雨, 姚清颖, 等. 三叶委陵菜化学成分及其抗氧化活性研究[J]. 湖南中医药大学学报, 2025, 45(3): 460-466.
- [ 11 ] 周 蕾, 雷 亮, 王红静. 肉桂叶的化学成分研究[J]. 药学前沿, 2025, 29(3): 430-436.
- [ 12 ] Widelski J, Melliou E, Fokialakis N, *et al.* Coumarins from the fruits of *Seseli deventyense* [J]. *J Nat Prod*, 2005, 68(11): 1637-1641.
- [ 13 ] 梁光平, 杨 俊, 万路平, 等. 猕猴桃根苯丙素类化学成分研究[J]. 精细化工中间体, 2025, 55(1): 28-32.
- [ 14 ] 顾润琦, 廖勤昌, 周 莹, 等. 报春石斛的化学成分及其生物活性[J]. 昆明医科大学学报, 2025, 46(3): 7-10.
- [ 15 ] Li L, Xu L W, Jiang Y F, *et al.* Isolation, characterization and crystal structure of natural eremophilanolide from *Ligularia sagitta*[J]. *Für Natur*, 2004, 59(8): 921-924.
- [ 16 ] 张兴平, 周轶平, 缪晶茜, 等. 喙尾琵琶甲化学成分的研究[J]. 中草药, 2025, 56(4): 1130-1137.
- [ 17 ] 梁小云, 刘杠杠, 李志强, 等. 柳叶菜风毛菊化学成分研究[J]. 江西中医药, 2025, 56(2): 63-66.
- [ 18 ] 陈佳倩, 崔清雅, 吴雷名, 等. 圆叶乌柏的化学成分[J]. 中山大学学报(自然科学版中英文), 2025, 64(3): 1-11.
- [ 19 ] 李倩倩, 王 楠, 罗 俊. 草珊瑚地上部分倍半萜苷类成分研究[J]. 中国药科大学学报, 2024, 55(5): 639-644.
- [ 20 ] 孙 杰, 王 静, 孙 朝, 等. 关苍术不同极性部位化学成分研究及其抗肿瘤活性研究[J]. 中南药学, 2024, 22(12): 3162-3168.
- [ 21 ] 付起凤, 赵 妍, 苏 阳, 等. 北青龙衣中二氯甲烷萃取部位的化学成分研究[J]. 中医药信息, 2025, 42(2): 30-33; 64.
- [ 22 ] 高德凤, 石志棉, 豆博强, 等. 赤苍藤化学成分及其抗炎活性研究[J]. 广西师范大学学报(自然科学版), 2025, 43(2): 258-264.
- [ 23 ] Kweon J, Park B, Kim D, *et al.* Decarboxylative stereoretentive C-N coupling by harnessing aminating reagent[J]. *Nature Comm*, 2024, 15(1): 3788-3792.
- [ 24 ] Lv Q, Zhang Q, Li W T, *et al.* Determination of 48 fragrance allergens in toys using GC with ion trap MS/MS[J]. *J Sep Sci*, 2013, 36(21/22): 3534-3549.
- [ 25 ] 刘志莹, 葛 格, 刘庭亮, 等. 云南野独活的化学成分研究[J]. 药学学报, 2025, 60(3): 646-654.
- [ 26 ] 高飞鹏, 汪 豪, 叶文才, 等. 裸花紫珠叶的化学成分[J]. 中国药科大学学报, 2010, 41(2): 120-123.
- [ 27 ] Connolly D J, Dagli S, Haque M E. Constituents of the *Annonaceae* species *Milius velutina* and *Desmos longijlorus*[J]. *J Indian Chem Soc*, 2003, 80(7): 1169-1173.
- [ 28 ] 张少武, 应晶晶, 师马俊杰, 等. 长裂藤黄化学成分的分离鉴定及其抗肿瘤活性初筛[J]. 中南药学, 2023, 21(5): 1296-1299.
- [ 29 ] 吴清源, 汪丽丽, 黄国正, 等. 江南星蕨化学成分的分离与鉴定[J]. 上海师范大学学报(自然科学版), 2023, 52(4): 424-431.
- [ 30 ] Niu X M, Li S H, Li M L, *et al.* Cytotoxic ent-kaurane diterpenoids from *Isodon eriocalyx* var. *laxiflora*[J]. *Planta Med*, 2002, 68(6): 528-533.