

# 独行菜属植物的研究进展

张捷<sup>1,2</sup>, 赵翔<sup>1</sup>, 王青<sup>1</sup> (1. 东北林业大学园林学院, 黑龙江哈尔滨 150040; 2. 新疆农业大学林学与园艺学院, 新疆乌鲁木齐 830052)

**摘要** 对独行菜属植物的资源研究与利用情况进行了总体概述, 重点总结独行菜属植物化学成分与耐逆生理生化机制研究的进展, 并提出了今后一段时间对独行菜属植物资源研究与利用的思考。

**关键词** 独行菜属; 化学成分; 耐逆生理生化机制; 前景展望

**中图分类号** S567 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)36-0159-02

## Research Advances of *Lepidium* Plants

ZHANG Jie<sup>1,2</sup>, ZHAO Xiang<sup>1</sup>, WANG Qing<sup>1</sup> (1. College of Landscape Architecture, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040; 2. College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052)

**Abstract** The researches about plants of *Lepidium* and utilization were reviewed generally, the research advances of chemical constituents and stress tolerance of physiological and biochemical mechanism were summarized, considerations on researches and utilization of plants of *Lepidium* in the future were proposed.

**Key words** *Lepidium*; Chemical constituent; Stress tolerance of physiological and biochemical mechanism; Prospect forecast

独行菜属 (*Lepidium*) 植物是十字花科 (Brassicaceae) 独行菜族 (Lepidieae) 中的一个属, 为一年生至多年生草本或半灌木。该属植物约 150 种, 分布于全世界, 我国有 15 种、1 变种, 全国各地均有分布, 主要有独行菜、家独行菜、宽叶独行菜、抱茎独行菜、柱毛独行菜等常见种<sup>[1-2]</sup>。独行菜属植物大多为常见杂草, 有部分种在我国也常作为中药或民族药入药。如宽叶独行菜又称大辣、辣辣根、止痢草, 全草入药, 主治菌痢、肠炎<sup>[3]</sup>; 我国新疆地区的“维药”中将家独行菜作为一种常用药材使用, 用其与蚯蚓配合治肠胃疾病<sup>[2]</sup>; 原产于南美安第斯山区的玛咖是一种纯天然食品, 富含高单位营养素, 对人体有滋补强身的功用<sup>[4]</sup>。该属部分种还具有食用价值, 如家独行菜, 以采收嫩茎、叶食用, 其茎、叶营养丰富, 有特殊的清香, 味辛辣, 含有丰富的 V<sub>A</sub>、V<sub>C</sub> 和 V<sub>B2</sub>, 还含有大量的铁和钙<sup>[5]</sup>。笔者主要从化学成分和耐逆生理生化机制方面对独行菜属植物的研究现状进行综述, 为更好地开发利用独行菜属资源提供参考依据。

## 1 化学成分

**1.1 生物碱** 余东辉等<sup>[6]</sup>从独行菜中分离得到橙黄胡酰胺酸酯、尿嘧啶核苷、胸腺嘧啶脱氧核苷。Maier 等<sup>[7]</sup>从家独行菜种子中分离得到 8 种新的咪唑生物碱其中有 6 种二聚体咪唑生物碱 (独行菜素 A~F), 2 种单体咪唑生物碱 (半独行菜素苷 A 和半独行菜素苷 B)。高大方等<sup>[8]</sup>研究发现玛咖总生物碱含量约为 0.5%。McCormick 等<sup>[9]</sup>从玛咖的根中获得了 28 个新玛咖酰胺类成分, 其中 1 种二氢吡啶类生物碱, 2 个亚胺唑生物碱 (独行菜碱 A 和独行菜碱 B), 25 个长链脂肪酸苯基酰胺。

**1.2 类萜类** 余东辉等<sup>[6]</sup>从独行菜地上部分分离得到  $\beta$ -谷甾醇、胡萝卜苷、委陵菜酸。赵海誉等<sup>[10]</sup>从独行菜种子 75% 乙醇提取物中也分离得到  $\beta$ -谷甾醇和胡萝卜苷。Pande 等<sup>[11]</sup>从家独行菜地上部分分离出 3 种新的萜烯类成分,

即 lepidiumsesterterpenol、lepidiumterpenoid 和 lepidiumterpenyl ester。Dani 等<sup>[12]</sup>研究发现玛咖中含有菜油甾醇、菜籽甾醇、豆甾醇和  $\beta$ -谷甾醇等类固醇物质。Saba 等<sup>[13]</sup>从家独行菜地上部分分离出一种新的甾醇酯类, 经鉴定为 stigmaster-5-en-3 $\beta$ , 27-diol 27-benzoate。Muhammad 等<sup>[14]</sup>从干燥的玛咖根提取物中分离出甾醇。

**1.3 黄酮类** Agarwal 等<sup>[15-16]</sup>从家独行菜地上部分的甲醇提取物中分离得到槲皮素-3-O- $\beta$ -葡萄糖基(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -吡喃半乳糖苷、槲皮素-3-O- $\beta$ -葡萄糖基(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -吡喃葡萄糖苷、异鼠李素-3-O- $\beta$ -葡萄糖基(1 $\rightarrow$ 2)-葡萄糖苷-7-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷、山柰酚-3-O- $\beta$ -葡萄糖基(1 $\rightarrow$ 2)-葡萄糖苷-7-O- $\beta$ -吡喃葡萄糖苷、槲皮素-3-O- $\beta$ -葡萄糖基(1 $\rightarrow$ 2)-葡萄糖苷-7-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷 5 种黄酮苷, 其中后三者均具有抗氧化活性, 而异鼠李素-3-O- $\beta$ -葡萄糖基(1 $\rightarrow$ 2)-葡萄糖苷-7-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷活性最强。Minu<sup>[17]</sup>从家独行菜中分离鉴定出一种黄酮, 命名为 5,4'-二羟基-7,8,3',5'-四甲氧基黄酮。孙哲等<sup>[18]</sup>从家独行菜全草乙醇提取物中分离得到杨梅素-3-O- $\alpha$ -L-鼠李糖苷。赵海誉等<sup>[10]</sup>从独行菜种子 75% 乙醇提取物中分离得到 8 种黄酮类成分: 槲皮素、异鼠李素-3-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷、槲皮素-3-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷、槲皮素-3-O-[2-O-(6-O-E-芥子酰基)- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖基]- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷、异鼠李素-3-O-[2-O-(6-O-E-芥子酰基)- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖基]- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷、槲皮素-7-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷、异鼠李素-7-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷、山柰酚-7-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷。

**1.4 挥发油和脂肪酸** 赵海誉等<sup>[19]</sup>研究发现, 独行菜种子中最高可含有 40% 的挥发油和脂肪油类成分, 其中挥发油类主要为含苯环类成分, 以苯乙腈质量分数最高, 占挥发油总量的 84.87%, 脂肪油由大量的不饱和脂肪酸 (44.0% ~ 91.0%) 组成, 其中仅油酸就占 31.73%。于瑞涛等<sup>[20]</sup>研究指出, 宽叶独行菜地上部分含有大量的脂肪酸, 且所有的脂

肪酸均为饱和脂肪酸,其中棕榈酸含量极高,可达 53.980%,其次为硬脂酸等,且含量均超过 1%。于瑞涛等<sup>[21]</sup>对宽叶独行菜地上部分进行非极性馏分研究,发现正二十七烷含量可达 35.214%,为最高,其次为正二十九烷等,且所有的非极性馏分均为饱和烷烃类成分。家独行菜中的脂肪酸主要是油酸和棕榈酸(30.2%)<sup>[22-23]</sup>。玛咖地上部分脂肪油以苯基氯化甲烷、安息香醛和 3-甲氧基苯基-苯基氯化甲烷为主<sup>[24]</sup>。有学者比较吉林产玛咖和秘鲁玛咖挥发油成分发现,其挥发油的主成分相同,且含量最高的组分是苯乙腈,达 8.217%,其次是 3-甲氧基苯乙腈,为 4.456%;与新疆产玛咖相比,吉林产玛咖中的异硫氰酸苄酯含量较低,仅为 0.475%,新疆产玛咖中的异硫氰酸苄酯含量高达 69.16%<sup>[25-26]</sup>。杜萍等<sup>[27]</sup>分析发现玛咖根中的脂肪油以亚麻酸的含量最多。

**1.5 芥子油苷** 芥子油苷是一类含硫化合物,广泛存在于十字花科植物中<sup>[24]</sup>。Radwan 等<sup>[28]</sup>从家独行菜新鲜全草中分离得到甲基芥子油苷、金莲葡萄糖硫苷、丁基芥子油苷和 2-乙基丁基芥子油苷。Gil 等<sup>[29]</sup>从家独行菜种子中分离出苜基芥子油苷、丙烯基芥子油苷、2-苯乙基芥子油苷。杨晶明等<sup>[30]</sup>研究发现,玛咖成熟的植株、叶子和种子中含 2-苯乙基芥子油苷等多种芥子油苷;玛咖根的醇提取物中苜基芥子油苷含量达 0.10%~0.15%。

**1.6 其他成分** Hyun 等<sup>[31]</sup>从独行菜种子中分离得到伊夫单苷;余东辉等<sup>[6]</sup>从独行菜地上部分分离得到丙三醇和 5-羟甲基糠醛;赵海誉等<sup>[10]</sup>从独行菜种子 75%乙醇提取物中分离得到蔗糖。绿独行菜和宽叶独行菜含有大量蛋白质和氨基酸,同时含有多种矿质元素<sup>[32-33]</sup>。玛咖中含有多种氨基酸、蛋白质、糖类和维生素成分,同时含有多种矿物质元素以及微量元素<sup>[34-36]</sup>。

## 2 耐逆生理生化机制

独行菜属中包含多种能在恶劣环境中生存、具有良好耐逆性的植物,如家独行菜、宽叶独行菜、碱独行菜等,对各种逆境具有广谱适应性。然而,目前国内外对于独行菜属植物耐逆生理生化机制的研究报道较少。Chen 等<sup>[37]</sup>研究宽叶独行菜在长期洪涝条件下发生的一系列生理生化反应,认为维持较高的光合速率并在根部积累大量的可溶性糖是宽叶独行菜能够在浸涝环境中得以生存的重要适应机制。有学者研究长期的洪涝条件下宽叶独行菜发生的一系列生理生化反应及相关的机制发现,宽叶独行菜在受到浸涝的环境中会产生与环境相适应的形态变化,如宽叶独行菜根部通气组织的形成和不定根的产生<sup>[38-40]</sup>。曹宇<sup>[41]</sup>对采自青海诺木洪的宽叶独行菜种子在盐胁迫下的萌发特性和幼苗的生理特性进行了初步的观察,结果表明宽叶独行菜种子与幼苗在逆境胁迫下均具有相对较高的抗逆性,但研究未见后续工作。研究人员还关注了独行菜属植物的耐寒性,研究了独行菜种子萌发过程中对低温的耐受特性,结果表明独行菜种子不能耐受 4℃低温萌发,原因可能是在露白前存在一个关键的生理阶段,在 4℃胁迫逆境中不能越过这个阶段,该阶段之前与

之后的萌发过程均能耐受 4℃低温,因此对低温胁迫有良好的耐受性<sup>[42]</sup>。杨娜等<sup>[43]</sup>对比研究独行菜、抱茎独行菜种子萌发过程耐受低温的特征及生理响应表明,2 种独行菜在不同萌发阶段对低温均有良好的抗性,但随萌发进行抗性有所下降,且胁迫初期酶活性下降,短时间内又迅速提高并维持在较高水平,较高的酶活性水平对清除低温胁迫产生的有毒害的活性氧等自由基、抵抗低温逆境的伤害有重要作用。

独行菜属植物对各种逆境具有广谱适应性,国外研究主要集中在耐低温、耐涝上,而它在国内主要分布于盐渍与干旱生境中,目前对于独行菜属植物耐旱、耐盐机制的相关研究鲜见报道。

## 3 展望

独行菜属植物分布广、种类繁多、资源丰富。部分种类如独行菜味道鲜美、营养丰富,具有很高的食用价值;家独行菜等种类由于具有显著的药理作用,作为中药或民族药入药,历史悠久;玛咖等不仅在临床上药理作用显著,同时也具有显著的保健功能,已经被开发成为了功能性食品或保健品。虽然国内外已有许多学者对该属植物进行了研究,但研究的广度与深度还不够,应加大对其成分、药理的研究力度,以开发新药,更好地造福人类。

干旱是我国西北部分地区的主要特征,与干旱相伴而生的是土壤盐渍化。干旱及盐碱逆境是制约和限制这些地区农业持续发展和生态环境保护的重要因素,也是植被恢复、园林绿化面临的首要困难。因此,适应干旱及盐碱逆境且有一定经济价值的植物,对于这些地区的园林绿化、植被恢复、生态建设乃至经济发展具有重要意义。独行菜属中包含多种能在恶劣环境中生存、具有良好耐逆性的植物,如家独行菜、宽叶独行菜、碱独行菜等,对各种逆境具有广谱适应性。因此独行菜属植物具有开发为园林绿化、植被恢复植物的潜在价值。

## 参考文献

- [1] WU Z Y, RAVEN P H, HONG D Y, et al. Flora of China[M]. Beijing: Science Press, 2001: 28-33.
- [2] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第三十三卷[M]. 1 版. 北京: 科学出版社, 1987: 47-58.
- [3] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海经济植物志[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1987: 227-229.
- [4] 孙友平. 玛咖(Maca)引种栽培基础研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2004.
- [5] 于淑玲. 独行菜的栽培及其利用价值[J]. 特种经济动植物, 2003(12): 30.
- [6] 余东辉, 梁敬钰, 潘勰. 独行菜化学成分研究[J]. 中草药, 2009, 40(S1): 98-100.
- [7] MAIER U H, GUNDLACH H, ZENK M H. Seven imidazole alkaloids from *Lepidium sativum*[J]. Phytochemistry, 1998, 49(6): 1791-1795.
- [8] 高大方, 张泽生. 新资源食品玛咖中功能成分的 UPLC-MS/MS 研究[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(2): 830-832, 912.
- [9] MCCOLLUM M M, VILLINSKI J R, MCPHAIL K L, et al. Analysis of macamides in samples of Maca (*Lepidium meyenii*) by HPLC-UV-MS/MS[J]. Phytochem Anal, 2005, 16(6): 463-469.
- [10] 赵海誉, 范妙璇, 石晋丽, 等. 北葶苈子化学成分研究[J]. 中草药, 2010, 41(1): 14-18.
- [11] PANDE S D, ALI M, LABAL M, et al. Three new phytoconstituents from *Lepidium sativum*[J]. Pharmazie, 1999, 54(11): 851-853.
- [12] DINI A, MIGLIUOLO G, RASTRELLI L, et al. Chemical composition of *Lepidium meyenii*[J]. Food Chem, 1994, 49(4): 347-349.

精神之旅。

**4.2 不断开发参与性强的饮食文化旅游产品** 随着体验经济时代的到来,人类的情感体验更为细腻敏感。作为生活中的感情因素,细节倍受消费者关注,也成为企业致胜的关键<sup>[4]</sup>。对于游客来说,增强饮食旅游产品的参与性,实际上就是满足游客体验烹饪方式与技巧的需求,使他们更深入地走入民众的生活中,体会当地的民风民情。贺州市的百菜酿取材广泛,制作技巧讲究,品种多样,要将茄子、苦瓜、青椒、豆腐等家常食材制作成形态、味道各异的酿菜,对游客是极大的挑战,也是饮食文化旅游的乐趣所在。油茶、擂茶、糍粑的制作既需要耐心,也要把握火候和揉捏的力度。在快餐食品充斥的今天,这样的经历必是游客难以忘怀的。

**4.3 逐步完善旅游基础设施建设,提升接待服务水平** 与城市的酒店、餐馆相比,乡村餐馆设施颇为简陋,装修也比较粗糙,浓郁淳朴的乡村气息以及热情好客的民众是游客获取“求异”感受的基础。然而,简朴不意味着可以忽略干净卫生的环境,如果让客人直面蝇虫飞舞的包厢、布满油渍的碗筷,再绿色生态的食品也难以激发客人的兴致,甚至使人索然无味,拂袖而去。因此使用消毒过的餐具,设置干净整洁、无蝇虫滋扰的包厢,让游客能放心就餐是提高乡村旅游接待服务水平有效手段<sup>[5-6]</sup>。

**4.4 加强宣传推介** 众多旅游开发者往往倾向于整个景区的宣传推介,饮食旅游资源虽是旅游景区的重要组成部分,但饮食文化旅游资源的推介缺乏独立的宣传和推广平台。随着贺州乡村旅游的发展,乡村饮食文化旅游资源的影响力增强,旅游开发者势必要加强宣传推介,以提高乡村饮食文化旅游资源的知名度与美誉度。一方面可以利用贺州旅游网、红豆网等网站,使乡村饮食文化旅游资源的宣传常态化。另一方面,可以利用举办美食节评选长寿美食、举办长寿宴之机,利用网络、电视台、报纸等媒体进行广泛宣传。此外,由政府组织专家、学者加强对贺州饮食文化的研究,也能起到很好的宣传推介作用。

#### 参考文献

- [1] 余永霞,陈道山. 中国民俗旅游[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2009:72.
- [2] 徐林强,黄超超,沈振烨,等. 我国体验式旅游开发初探[J]. 经济地理,2006(S2):24-27.
- [3] 黄燕群. 民俗旅游:贺州旅游的活力源[J]. 贺州学院学报,2007,23(4):42-46.
- [4] 贾英. 体验式旅游及其经营管理策略探讨[J]. 经济研究导刊,2012(19):157-158.
- [5] 陈耀雄. 生态休闲旅游视野下的贺州旅游发展研究[C]//福寿文化与经济社会发展理论研讨会论文集. 永福:[出版者不详],2010.
- [6] 邓爱民. 我国乡村体验式旅游项目开发研究:以武汉市石榴红村为例[J]. 农业经济问题,2010(7):37-41.
- [7] SABA, MUGHAL H M, ALI M, et al. A steryl ester from *Lepidium sativum* [J]. Phytochemistry, 1999, 50(8):1375-1377.
- [8] MUHAMMAD L, ZHAO J P, DUNBAR D C, et al. Constituents of *Lepidium meyenii* 'maca' [J]. Phytochemistry, 2002, 59(1):105-110.
- [9] AGARWAL J, VERMA D L. Antioxidant activity - guided fractionation of aqueous extracts from *Lepidium sativum* and identification of active flavanol glycosides [J]. Acad Arena, 2011, 3(12):14-17.
- [10] AGARWAL J, VERMA D L. Antioxidative activity and flavonoid composition from *Lepidium sativum* [J]. Nat Sci, 2011, 9(7):21-25.
- [11] MINU G. A study of some new chemical constituents of some medicinal and other plants [D]. New Delhi: University of Delhi, 1984.
- [12] 孙哲, 白妮, 肖超妮, 等. 家独行菜的化学成分研究[J]. 中成药, 2013, 35(4):748-750.
- [13] 赵海誉, 王秀坤, 陆景珊. 北葶苈子中挥发油及脂肪油类成分的研究[J]. 中草药, 2005, 36(6):827-828.
- [14] 于瑞涛, 赵晓辉, 梅丽娟, 等. 宽叶独行菜中脂肪酸的 GC-MS 分析[J]. 天然产物研究与开发, 2012, 24(1):66-68.
- [15] 于瑞涛, 张兴旺, 梅丽娟, 等. 宽叶独行菜石油醚部分非极性馏分 GC-MS 分析[J]. 分析试验室, 2010, 29(S1):398-400.
- [16] GOKAVI S S, MALLESHI N G, GUO M. Chemical composition of Garden Cress (*Lepidium sativum*) seeds and its fractions and use of bran as a functional ingredient [J]. Plant Food Hum Nutr, 2004, 59(3):105-111.
- [17] MOSER B R, SHAH S N, WINKLER - MOSER J K, et al. Composition and physical properties of cress (*Lepidium sativum*) and field pennycress (*Thlaspi arvense* L.) oils [J]. Ind Crop Prod, 2009, 30(2):199-205.
- [18] 李红伟, 郑晓珂, 冯卫生. 独行菜属中药化学成分研究进展[C]//2013年中国药学会大会暨第十三届中国药师周论文集. 南宁:中国药学会, 2013.
- [19] 金文闻, 王晴芳, 李硕, 等. 新疆产玛咖的挥发油成分研究[J]. 食品科学, 2009, 30(12):241-245.
- [20] 冷蕾, 于森, 刘金平, 等. 吉林产玛咖根茎挥发油的 GC-MS 分析[J]. 中国医药指南, 2012, 10(24):43-45.
- [21] 杜萍, 单云, 孙卉, 等. 云南玛咖营养成分分析[J]. 食品科学, 2010, 31(24):345-347.
- [22] RADWAN H M, EL - MISSIRY M M, AL - SAID W M, et al. Investigation of the glucosinolates of *Lepidium sativum* growing in Egypt and their biological activity [J]. Res J Med Med Sci, 2007, 2(2):127-132.
- [23] GIL V, MACLEOD A J. Studies on glucosinolate degradation in *Lepidium sativum* seed extracts [J]. Phytochemistry, 1980, 19(7):1369-1374.
- [24] 杨晶明, 王竹, 杨月欣, 等. 玛咖(Maca)干品营养成分分析与比较[J]. 中国食品卫生杂志, 2007, 19(3):201-205.
- [25] HYUN J W, SHIN J E, LIM K H, et al. Evomonoside: The cytotoxic cardiac glycoside from *Lepidium apetalum* [J]. Planta Med, 1995, 61(3):294-295.
- [26] ANDERSSON A A M, MERKER A, NILSSON P, et al. Chemical composition of the potential new oilseed crops *Barbarea vulgaris*, *Barbarea verna* and *Lepidium campestre* [J]. J Sci Food Agric, 1999, 79(2):179-186.
- [27] 张晓峰, 胡伯林. 宽叶独行菜的化学成分研究[J]. 西北植物学报, 1994, 14(4):329-333.
- [28] 孙晓东, 杜萍, 单云, 等. 丽江玛咖片和秘鲁玛咖片营养成分对比分析和评价[J]. 食品科学, 2011, 32(19):214-216.
- [29] 丁晓丽, 楚刚辉, 任俊坤. 帕米尔玛咖中微量元素及重金属含量分析[J]. 微量元素与健康研究, 2011, 28(5):26-27.
- [30] 余龙江, 金文闻. 玛咖(*Lepidium meyenii*)干粉的营养成分及抗疲劳作用研究[J]. 食品科学, 2004, 25(2):164-166.
- [31] CHEN H J, QUALLS R G, BLANK R R. Effect of soil flooding on photosynthesis, carbohydrate partitioning and nutrient uptake in the invasive exotic *Lepidium latifolium* [J]. Aquat Bot, 2005, 82(4):250-268.
- [32] BRADFORD K J. Effects of soil flooding on leaf gas exchange of tomato plants [J]. Plant Physiol, 1983, 73(2):475-479.
- [33] VU J C V, YELENOSKY G. Photosynthetic responses of citrus trees to soil flooding [J]. Physiol Plant, 1991, 81(1):7-14.
- [34] ROLLINS R C. The Cruciferae of continental North America [M]. Stanford, CA: Stanford University Press, 1993.
- [35] 曹宇. 宽叶独行菜的耐逆性研究和遗传转化[D]. 济南: 山东师范大学, 2010.
- [36] 赵惠新, 李群, 周晶, 等. 短命植物独行菜种子萌发过程对低温的耐受特性[J]. 云南植物研究, 2010, 32(5):448-454.
- [37] 杨娜, 赵和平, 葛风伟, 等. 2种独行菜萌发对低温胁迫的生理响应[J]. 干旱区研究, 2015, 32(4):760-765.

(上接第160页)