

小根蒜化学成分及生物活性研究进展

孙旭东 吴海悦 任美如 马 可 宗宪春*

牡丹江师范学院 生命科学与技术学院 黑龙江牡丹江 157011

摘要: 小根蒜 (*Allium macrostemnon* Bunge) 为百合科葱属植物, 别名野蒜、小根菜、薤白等, 具有丰富的营养价值和药用功效, 为药食两用植物。广泛分布于中国东北及华北等地, 该植物的干燥鳞茎和其他部分可以用于医疗用途。本文对小根蒜的化学成分及生物活性进行综述, 以期对小根蒜的开发和利用提供参考。

关键词: 小根蒜; 化学成分; 生物活性

小根蒜 (*Allium macrostemnon* Bunge), 也被称作野蒜、小根菜、薤白或薤白头, 是百合科葱属的一种植物。这种植物是人们餐桌上常见的美食, 它不仅含有丰富的营养成分, 还具备一定的医疗保健的功效, 属于药食同源植物, 在中医中对其功效的描述为通阳散结、行气导滞等^[1]。本文对小根蒜的化学成分及其生物活性进行梳理, 旨在为小根蒜的进一步开发和研究提供科学依据和理论支持。

一、小根蒜的化学成分

(一) 含硫化合物

薤白中的硫类化合物主要存在于其挥发油中, 并且硫化化合物的含量超过挥发油的一半^[2], 这些硫化化合物是 *Allium* 属植物产生独特芳香气味的主要原因。小根蒜 (*A. macrostemnon*) 和薤 (*A. chinense*) 的挥发油有 72.01% 的相同成分, 这些成分是硫化化合物, 利用气相色谱-质谱联用技术 (GC-MS) 对小根蒜中的化学成分进行了鉴定, 发现其中的甲基烯丙基三硫 (MATS)、二甲基二硫和二丙基三硫等化合物均显示出明显的抗血小板聚集作用^[3, 4, 5]。从小根蒜中鉴定出乙醛、丙醛、2-丁烯醛这三

种具有刺激性气味的醛类化合物, 同时分离出包括甲基丙烯基二硫醚、二甲基三硫醚^[6, 7]和二甲基四硫醚等^[8]在内的 19 种含硫化合物。甲基丙烯基二硫醚的香味类似于多种葱属植物, 因此常被添加到肉制品和调味品中以增强风味。二甲基硫醚类化合物则带有浆果、洋葱、甘蓝、蔬菜、土豆、西红柿、鱼、扇贝和奶油的香气。甲基烯丙基三硫醚以其大蒜和洋葱的香味, 适用于烘焙食品、肉制品、调味品和泡菜等香精的制作。3, 5-二乙基-1, 2, 4-三硫杂环戊烷这种化合物的气味特征主要表现为硫化物特有的刺激性气味和类似橡胶的气味, 以及类似于龙蒿和小茴香的芳香。

(二) 含氮化合物

薤白中的一些含氮化合物属于其主要的生物活性成分, 但在这些化合物中, 腺苷的抗血小板聚集效果最为显著^[9]。除此之外, 其他具有活性的含氮化合物还包括 N-反式-阿魏酰基酰胺、N-对羟基-顺香豆酰基酰胺及其反式对映体, 以及 2, 3, 4, 9-四氢-1H-吡啶并[3, 4-b]吡啶-3-羧酸和它的 1-甲基化衍生物^[10], 同时还含有鸟苷、色氨酸等。

(三) 甾体皂苷类化合物

薤白中有许多活性成分, 而甾体皂苷是其中最关键的活性成分。在薤白中, 其化学成分主要涵盖二萜皂苷、三萜皂苷、四萜皂苷以及其它类型的杂类皂苷, 其中, 二萜皂苷是最常见的一类化合物, 主要含有糖基和脂肪酸基的共轭物, 如薤白甾、异薤白甾、异异薤甾等。而三萜皂苷则是由三萜酸和糖基构成的, 如薤白三萜皂苷、异薤白三萜皂苷等。此外, 四萜皂苷具有更复杂的结构, 由于其在生物合成过程中需要水解酮类化合物, 因此具有更高的活性和生物功能。

基金项目: 黑龙江省教育厅项目《地方高校生物科学专业拔尖创新型人才培养模式研究》(SJGY20200731); 大学生创新创业项目省级一般项目《小根蒜再生体系的建立及营养成分分析》202310233051; 黑龙江省教育厅新农科专项《理工农学科交叉融合的农林人才培养模式的研究与实践》(SJGZ20200177)

作者简介: 孙旭东 (1999.8-), 男, 汉族, 黑龙江鸡西人, 学历: 研究生, 牡丹江师范学院生命科学与技术学院, 研究生, 研究方向: 遗传育种与生物技术。

薤白中丰富的甾体皂苷类化合物具有多样的苷元成分,其中smilagenin、tigogenin、sarsapogenin、laxogenin和gitogenin是这些皂苷类化合物的代表性苷元,这些苷元在薤白的化学成分中占有重要地位。小根蒜中甾体皂苷糖的连接方式主要有两种:一种是两个末端的葡萄糖(Glc)分别通过从1到2和从1到3的连接方式与内侧的Glc相连,然后这个内侧的Glc以1+4的方式连接到半乳糖(Gal)上;另一种连接方式是Glc直接通过1号位与Gal的2号位相连。

薤白中已成功分离出超过十种甾体皂苷,这些化合物均为首次发现的新物质。例如,在吴雁和彭军鹏^[1]等人对小根蒜鳞茎化学成分的研究中,发现了两种之前未被记录的甾体皂苷类物质,并分别给予了它们特定的名称:薤白甾甲(Macrostemonoside A)和薤白甾丁(Macrostemonoside D)。陈海峰等人利用60%乙醇作为溶剂,从小根蒜的提取物中成功分离出8种不同类型的甾体皂苷化合物。这些新类型化合物的发现丰富了薤白的化学成分研究,并为未来中药薤白的开发奠定了坚实的基础。

(四) 酸性化合物

薤白中不仅含有丰富的氨基酸和多种长链脂肪酸,如棕榈酸、油酸、亚麻酸和21-甲基二十三烷酸,而且还包含丁二酸、lunularic acid、对羟基肉桂酸和对羟基苯甲酸等化合物。

(五) 其他成分

除了上述提到的成分,薤白还包含了人体必需的大量元素和微量元素、大蒜糖、 β -谷甾醇、胡萝卜甙及前列腺素A1和B1。

二、生物活性

小根蒜是药食同源的植物。薤白,为小根蒜的地下鳞茎。现代药理研究表明,小根蒜具备多种药理作用,包括抑制血小板聚集、降低血脂、预防动脉粥样硬化、抗菌、清除自由基和抗氧化、抗癌、缓解痉挛和哮喘、镇痛以及提高耐缺氧能力等。

(一) 抑制血小板聚集作用

姚新生等的实验证明:小根蒜中的水提物和丁醇提取物具有抗血小板聚集作用,其主要药效成分为甾体皂苷类物质。姜勇、彭军鹏等研究表明,小根蒜中含有硫化化合物和氮化合物均具有显著的抗血小板聚集作用,尤其是薤白中的腺苷,其抑制机制可能涉及两个方面:一是影响血小板膜和释放过程,二是阻断TXA2的合成。

(二) 降脂及预防动脉粥样硬化

小根蒜的鳞茎可以制成药材薤白。薤白胶丸具有降低血脂的功效,特别是对血清中的胆固醇和甘油三酯水平有降低作用,同时还能减少血清中的脂质过氧化。降脂和预防动脉粥样硬化的机制涉及两个方面:一方面,通过增加前列环素2(PGI2)的生成和提高前列腺素E1(PGE1)的水平;另一方面,通过干扰花生四烯酸的代谢途径,抑制血栓素A2(TXA2)的合成,进而调整PGI2与TXA2的比例,来解除血液的高凝状态。

(三) 抑菌活性

小根蒜展现出广泛的抗菌特性,能有效抑制金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、普通变形杆菌、枯草芽孢杆菌、蜡状芽孢杆菌、绿脓杆菌、沙门氏菌在内的多种细菌,以及根霉、木霉、曲霉和酵母菌等真菌,并有较好的热稳定性。小根蒜的抑菌活性物质分布于其鳞茎和叶片中,但鳞茎的抑菌效果要优于叶片。使用稀释法制备的200%水煎剂对金黄色葡萄球菌和肺炎球菌有抑制效果,在稀释至1:16的比例时,仍能对八叠球菌产生抑制作用。

(四) 清除自由基与抗氧化作用

从小根蒜的鳞茎中分离得到的蒜氨酸(alliin)化学名称为S-烯丙基-L-半胱氨酸亚砷(SACS)和S-甲基-L-半胱氨酸亚砷(SMCS),其中SACS的体外抗氧化活性甚至超过了人参,SACS在芬顿氧自由基生成系统 $[H_2O_2-Fe(II)]$ 中表现出显著的抗氧化活性。科研人员已经确认SACS能有效清除羟自由基。我国学者李向红等、孟庆国等、丁丰等同样也证实了薤白的抗氧化、延缓衰老、清除自由基的作用。

(五) 抗癌活性

小根蒜对小鼠肿瘤细胞具有诱导凋亡、阻碍DNA合成以及抑制细胞增殖和分化的能力,同时,薤白挥发油在体外能抑制两种肿瘤细胞株S180和H22的生长,并且对携带S180和H22肿瘤的小鼠具有明显的肿瘤生长抑制效果。根据研究结果发现,薤白提取物具有抗S-180实体瘤的作用。小根蒜的60%乙醇提取物中含有的甾体皂苷成分在体外展现出抗癌活性。Haifeng Chen等通过细胞毒性测试发现,从薤白干燥鳞茎中分离出的两种甾体皂苷类化合物,对多种人类癌症细胞系具有抑制作用,显示出潜在的抗肿瘤效果,例如,人乳腺癌细胞系MCF-7、人脑瘤细胞SF-268等。吴志民等研究发现,薤白挥发油中的活性成分能够有效地抑制胃癌细胞SGC-7901的生长,其作用机制主要是促进细胞发生程序性死亡,即细

胞凋亡,从而发挥抗肿瘤效果。

(六) 解痉平喘、镇痛和耐缺氧作用

薤白具有舒张气管平滑肌、延长止喘时间、改善喘息症状和哮鸣声的效果,其作用机制可能涉及五个相关因素。方蕴春等研究发现,支气管哮喘患者在口服薤白水煎剂后,喘息症状有所改善,尤其是哮鸣音的改善最为显著。此外,薤白提取物在豚鼠哮喘模型上的应用也显示出了其具有平喘作用。覃丽蓉等研究表明,与正常对照组相比,薤白提取物能够延长豚鼠哮喘的潜伏期,显示出明显的平喘效果。张海涛等薤白可能通过抑制炎症反应和缓解慢性炎症,从而减轻支气管平滑肌的痉挛,实现其平喘的效果。吴洪元药理试验表明,无论是薤白的生品还是炒品,其水煎液都具有较强的镇痛效果,并且能够延长小鼠在不同条件下的耐缺氧时间。

(七) 其他作用

薤白汤在治疗无症状性心肌缺血方面取得了73.3%的总有效率,而瓜蒌薤白半夏汤在治疗冠心病和心绞痛方面,总有效率更是高达95.19%。薤白在治疗胸痹胀满方面效果显著,尤其对慢性阻塞性肺疾病(COPD)患者急性发作期并发的肺动脉高压有良好疗效,能显著改善COPD患者的胸闷、气急和呼吸困难等临床症状。使用薤白单味药治疗支气管哮喘,其即时止喘的有效率介于57%至78%之间,而显现出明显效果的比例则在21.4%至45%。除此之外,薤白与半夏配伍使用还能有效治疗痢疾。

结论与讨论

小根蒜作为一种药食同源植物,在我国境内分布广泛,资源丰富。它因为含有丰富的维生素C和钙等营养成分,正日益受到人们的喜爱。同时它的多种生物活性也受到广泛的关注,包括抗抑制血小板聚集、抗肿瘤等方面的研究,目前,研究多集中在薤白的粗提物上,而对于单体化合物的活性和作用机制的深入研究则相对缺乏。虽然有一定的生物活性,但有些物质基础不明,还需对其各部位的化学成分和生物活性进一步探究,为小

根蒜的综合开发利用提供理论基础。本文综述了小根蒜的化学成分及生物活性,为开发利用该植物资源、研究方向及发展前景提供一定的参考。

参考文献

- [1]李琼,战宇,王恩鹏,等.薤白食药价值及栽培技术研究进展[J].特产研究,2022,44(01):111-115.
- [2]盛艳华,李萌萌,郭云龙,等:薤白化学成分及其提取分离研究进展[J].特产研究,2020,42(5),61-70.
- [3]吴雁等.葱属植物挥发油研究 I.中药薤白(*Allium macrostemon* Bunge)挥发油成分的研究.沈阳药学院学报,1993,10(1):45
- [4]彭军鹏等.葱属植物挥发油研究 II.薤(*Allium chinense* G.Don)挥发油成分的研究.中国药物化学杂志,1994,4(4):282
- [5]姜勇,王乃利,姚新生.中药薤白的研究进展[J].天然产物研究与开发.2000,12(5):74-79
- [6]高莉敏,陈运起,刘松忠,陈清,何洪巨.SPME-GC-MS法分析辐播1号大葱挥发性成分[J].山东农业科学,2008(02):98-99+119.
- [7]ZOUARI S.KETATA M. BOUDHRIOUA N. *Allium roseum* L. volatile compounds profile and antioxydant activity for chemotype discrimination: case study of the wild plant of Sfax(Tunisia)[J]. Industrial Crops and Products, 2013, 41:172-178.
- [8]蒋合众,马超英,李艳,等.薤白挥发油的超临界二氧化碳萃取工艺研究[J].时珍国医国药,2009(1):91-92[6]
- [9]彭军鹏等.得自小根蒜及薤中的几种含氮化合物.中国药物化学杂志,1995,5(2):134
- [10]Goda Y et al. Inhibitors of the arachidonate cascade from *Allium chinense* and their effect in vitro on platelet aggregation. Chem Pharm Bull, 1987, 35(7):2668
- [11]吴雁,彭军鹏,姚新生,等.薤白贰甲——一种新的甾体皂甙[J].沈阳药学院学报,1992,9(1):69-70