

中药半夏的研究进展

章艳玲¹, 李关荣², 位运粮³

(¹平原大学, 河南新乡 453003; ²西南大学, 重庆 400716; ³河南省新乡县科技局, 新乡 453003)

摘要:把中药半夏生物技术、种属鉴定及分类, 化学成分的研究进展作以概括, 为半夏的进一步深入研究提供信息和借鉴。分析近几年来国内对半夏的研究报道, 进行归纳整理。半夏生物技术研究主要集中在其栽培、组织培养等方面, 在其种属鉴定方面的研究也比较成熟, 但关于有效成分及其调控机理和有效成分代谢等方面的研究较少。因此为了适应国际市场的需要应加大对半夏的药效成分及其调控机理的研究。

关键词:组织培养; 种属鉴定; 活性成分

中图分类号:R282 **文献标识码:**A

Advances in Research of Traditional Chinese Medicine

Pinellia ternata (Thunb.) Berit

Zhang Yanling¹, Li Guanrong², Wei Yunliang³

(¹Ping Yuan University, Henan Xinxiang 453003; ²Southwest University, Chongqing 400716;

³Xinxiang science and technology bureau Hennan, Xinxiang 453003)

Abstract: The paper reviewed the advances in research of traditional Chinese medicine *Pinellia ternata* (Thunb.) Berit to offer communication and reference in further study. Analysed the reports about *Pinellia ternata* (Thunb.) Berit and summed up. The main bio-technique is cultivation, tissue culture and characterization, but the medicinal ingredients in *Pinellia ternata* (Thunb.) Berit and its' regulatory are thin. The medicinal ingredients in *Pinellia ternata* (Thunb.) Berit and its' regulatory should be further studied.

Key words: Tissue culture, Characterization, Medicinal ingredients

半夏的原植物为天南星科植物半夏 *Pinellia ternata* (Thunb.) Berit, 以块茎入药, 性温、味辛、有毒, 具有降逆止呕、燥湿化痰、消痞散节的功效, 用于痰饮喘咳、胸脘痞闷、恶心呕吐、眩晕, 是中国的传统中药^[1,2]。根据目前关于半夏的研究报道, 其在生物技术、种属鉴定、化学成分等方面的研究已经取得了一些进展。

1 半夏生物技术研究

1.1 组织培养

由于半夏野生资源匮乏, 人工栽培效率不高, 通过组织培养扩大半夏繁殖, 保证种苗数量和质量是一种有效手段。半夏组织培养的研究主要集中在

以下几个研究方面。

1.1.1 外植体的选择 在植物组织培养过程中, 外植体本身所具有的特性因子往往对培养物的器官分化和形态建成有着决定性的影响。1983年, 任家惠等^[3]报道了利用试管苗的叶片、叶柄诱导出小植株, 他们认为在植株分化能力方面, 叶片比叶柄的分化能力强。韩献忠(1989)等^[4]认为不论是愈伤组织的形成, 还是成苗, 以叶片作材料较好。在大田的栽培实验中, 试管苗的生物产量和块茎产量均要高于对照, 证实了用组培方式繁殖半夏种苗, 进而进行大田栽培的可行性。夏海武(1994)等^[5]取半夏叶片、叶柄、块茎进行接种, 结果显示, 利用块茎诱导愈伤

基金项目: 校内资金资助项目。

第一作者简介: 章艳玲, 女, 1976年出生, 河南南阳人, 硕士, 讲师, 从事中草药生理生化研究。通信地址: 453003 河南新乡平原大学化学与环境工程学院, Tel: 0373-3694674, E-mail: zhang2002040@126.com。

收稿日期: 2007-04-16, 修回日期: 2007-04-26。

组织效率最高。次年,万美亮等^[6]报道,诱导愈伤组织的效果叶柄最好,叶片次之,块茎、珠芽较差。苏新(1989)^[7]利用正在休眠或刚开始萌发的半夏块茎诱导愈伤组织,得到再生小植株。李光胜(1992)等^[8]利用半夏珠芽、小块茎、叶片、叶柄、种子等为外植体进行组培,并得到了再生植株。1995年,曾令波^[9]采用叶片和叶柄也得到再生小植株。

1.1.2 再生器官发生的途径 吴伯骥等^[10]指出从半夏原生质体再生植株有两种途径:一是器官发生途径,即愈伤组织分化时,组织块内部发生组织分化,形成芽原基,再从愈伤组织表面分化出芽,同时产生大量不定根;二是胚状体发生途径,即愈伤组织表面分化出许多绿色小颗粒,经球形胚状体、心形胚状体、鱼雷形胚状体直至子叶形胚状体,最后在上边出芽下端生根,形成一棵小植株。苏新^[7]在研究半夏的再生时指出,出芽的方式有两种:一种是愈伤组织上直接出苗;另一种是愈伤组织分化成小块茎,再从小块茎上长出小苗。试管苗移栽成活率为86.5%。1994年,何奕昆,刘刚等^[11]离体培养半夏茎尖获得再生小植株,并对半夏植株的再生途径进行形态解剖学观察,发现无论是从愈伤组织或是从叶柄上直接形成小植株均是通过小块茎分化途径完成的。1997年^[12],他们又报道利用半夏叶柄经过小块茎发生途径诱导出完整植株,研究发现小块茎的叶原基由于不对称生长逐渐将顶端分生组织覆盖,随后叶原基的尖端和两端生长缓慢,生长中心转移到背轴面中央,从而导致叶原基呈帽状结构。不同发育程度的雏叶和叶原基总是叠套在一起,将顶端分生组织覆盖于下面。

1.1.3 培养基配方 苏新^[7]采用MS,改良White、H、N6四种培养基进行半夏愈伤的诱导。发现MS培养基诱导率最高,30d达74.19%,其次为改良White和H培养基,最低的是N6。1995年,万美亮等^[6]研究指出生长素和细胞分裂素的适当配合对诱导愈伤组织有增效作用,生长素诱导愈伤组织的能力较强,以2,4-D为最强,NAA次之。适宜的2,4-D浓度较低,超过2.0mg/L以上则愈伤组织的长势渐弱。生长素诱导根的生成,浓度高时抑制芽的生成。细胞分裂素的适宜浓度在0.2~1.0mg/L,细胞分裂素促进芽的分化,但浓度也不宜过高,特别是高浓度时抑制根的生成。1998年,唐琼莲^[13]在研究半夏组织培养时指出:在MS液体培养基中添加0.25mg/L的2,4-D和0.25mg/L的KT对半夏鲜重增殖率的提高最为适宜,其中2,4-D的作用至关重要。在固体培养基中添加

0.5mg/L的2,4-D和1mg/L的KT对半夏再生植株数目和组织鲜重提高有利。同年张苏锋等^[14]研究发现,愈伤组织可在不含激素的MS固体培养基上一步分化成小植株,在液体培养基中振荡培养可形成大量小块茎。2000年,罗光明^[15]报道生长素与细胞分裂素的浓度配比恰当与否是影响组培成功的一个重要因素,光照是半夏组培的一个有利因素。提高氮素中硝态氮的含量可以提高半夏愈伤组织生长。IAA对半夏愈伤组织生长起决定作用,CK有利于半夏愈伤组织生长,半夏的再生应选用较低水平的6-BA和NAA。赵月玲^[16](1999)等在研究半夏组织培养时,发现在半夏成熟叶片的初代培养中,0.25%~0.5%的活性炭对材料褐变有抑制作用,活性炭的加入促进试管苗根的伸长,0.05%~0.25%的活性炭能降低半夏玻璃化苗率,1%的活性炭则对苗的生长有抑制。

1.2 人工种子

1978年首次提出制作半夏人工种子的设想。半夏植株小,栽培密度大,移栽工作量很大,半夏组织培养技术的日益成熟推动了半夏人工种子制作的研究。1997年,何奕昆,朱长甫等^[12]用4%海藻酸钠包埋直径为2~3mm半夏组织培养产生的再生小块茎,制成人工种子,在无菌培养基上的萌发率可达70%,在未经灭菌泥炭土中萌发率约为30%。人工种皮内添加适当激素可促进萌发,而添加营养物质作用则不大,适当的脱水有利于人工种子的贮藏。张苏锋^[14](1998)利用半夏珠芽生长的茎尖作外植体诱导产生的直径为5mm的小块茎制作的人工种子,在有菌条件下萌发,30d后成苗率达到98.4%。人工种子生长出的苗块茎产量是栽培苗的2.02倍,是试管苗的1.33倍。

1.3 分子生物学技术

2001年,姚剑虹^[17]报道利用RACE-PCR技术从半夏花序中克隆出了半夏凝集素的全长cDNA。同年,曹晖、刘玉萍等^[18]和刘玉萍、王孝涛^[19]等分别报道采用PCR直接测序技术对中药半夏及其伪品的18SrRNA的核苷酸序列进行测序。

2 半夏种属鉴别及分类

由于生态环境的不断破坏,半夏野生资源急剧减少,许多地区用同属或同科数种植物小块茎充当半夏入药^[18]。在半夏的鉴别和分类问题上前人做了不少工作。

2.1 形状和显微鉴别

早在《本草经集注》和唐朝陈藏器的《本草拾遗》中就指出了半夏和虎掌半夏的区别。1920年

Engeler 根据我国和日本半夏标本的叶形变化将半夏分为4个变种^[2]。肖培根^[1]在《新编中药志》中描述了半夏的形状、大小、颜色及块茎横切面的内部结构,为半夏的分类和种属鉴别提供了参考依据。1999年李丽^[20]利用扫描电镜观察了半夏属部分国产种的基生叶叶表皮与花粉的形态和微形态特征,为半夏的分类和种属鉴别提供了一定的理论依据。2000年,白权、赵淑芝^[21]采用电子显微镜对半夏和水半夏的细胞叶绿体超微结构进行了研究,发现半夏叶片细胞叶绿体中有数量不等,大小各异的嗜饿颗粒,水半夏叶片细胞叶绿体中无嗜饿颗粒,而有较大较多的空泡。因此叶绿体细胞中有无嗜饿颗粒,可以作为鉴别半夏和水半夏的依据。2001年,胡双丰^[22]对半夏和掌叶半夏的药材性状,显微特征和薄层色谱加以对照区分,发现二者在叶片与块茎形态,淀粉粒形状与复粒中分粒的个数以及薄层色谱的斑点数和位置均存在较大的差异,并肯定了这些方法鉴别二者的可行性。

2.2 同工酶分析

1997年,张袖丽、谢中稳、陶汉之^[23]对安徽产半夏属的滴水珠、鸢落坪半夏、虎掌及半夏3个居群共6个分类群植株的叶和块茎的EST、MDH、ADH、SOD同工酶进行分析研究,结果表明:叶和块茎中EST、MDH的谱带在它们之间都有相互区别的特征,可以作为鉴定原植物及其产地的生化指标。1999年,李丽^[20]对部分国产种块茎中的过氧化物酶(POD)分析发现POD酶谱有6条带。其中滴水珠有6条带,掌叶半夏4条带,柘归半夏有4条带,半夏有3条带,这些特征为属内种的分类和亲缘演化关系提供了更多的证据,并可作为鉴别的指标。2001年,郭巧生等^[24]对栽培在同一生境下的16个半夏居群同一生长期叶片中酯酶(EST)和超氧化物歧化酶(SOD)同工酶酶谱进行了比较分析,结果表明:EST和SOD同工酶酶谱在各居群间,甚至在同一居群内除少数共有的特征谱带外存在较为明显的频率差异。

2.3 PCR技术

2001年,曹晖、刘玉萍等^[18]采用PCR直接测序技术对中药半夏及其伪品的18S rRNA核苷酸序列进行测序和PCR-RFLP(限制片段长度多态性)分析研究,发现半夏与天南星,水半夏间分别有27个和37个碱基置换,半夏与虎掌同属半夏属,亲缘关系最近,天南星、水半夏为不同属植物,亲缘关系较远,而它们与半夏属半夏和虎掌遗传距离最大,

亲缘关系最远。同年,刘玉萍、曹晖、王孝涛^[19]报道采用PCR直接测序技术对半夏及其伪品虎掌南星的18S rRNA基因核苷酸序列进行测序和PCR-SR(选择性内切酶谱)分析研究,为半夏正品基原的准确鉴别提供了有效的分子方法。

此外,纸层析、薄层层析,薄层色谱等技术也用于半夏的鉴别^[1,25]。

3 化学成分

半夏块茎的化学成分十分复杂,许多化学家试图从半夏中找出有效成分和刺激成分,但进展不大,至今仍未得到一个满意的答案。

3.1 有效成分

半夏中的化学成分复杂,其镇吐药效成分有人认为是生物碱、植物固醇、甲硫氨酸、甘氨酸、葡萄糖醛酸。从半夏中提取分离的总生物碱具有止呕、镇咳、祛痰、降压、降脂作用,对体外肿瘤细胞的增殖也具有较弱的抑制作用;半夏的麻黄碱具有平喘、止咳等作用,且麻黄碱含量的高低与镇咳祛痰作用密切相关;天冬氨酸也具有镇咳祛痰作用;亲脂类化合物 β -谷甾醇具有镇咳、祛痰及降低血中胆固醇作用^[2]。1978年,日本人大盐、津九井、松冈氏^[26]报道认为半夏中含有的生物碱可能是其有效成分,他们测出半夏含0.02%的左旋麻黄碱为半夏镇吐成分,含0.015%的胆碱也有镇吐作用。1981年,陶宗晋等^[27]从半夏块茎鲜汁中分离到半夏蛋白,后来确定其为一种植物凝集素,分子量为44000,它与兔红血球有专一的血凝活力,并具有抗早孕等作用。1983年,孙册、陶宗晋等^[28]对半夏蛋白的生物学性质进行研究,发现半夏蛋白能使多种红细胞凝集,并能促进细胞分裂。但半夏蛋白的促细胞分裂作用与血凝作用都具有动物种属专一性,且两者的专一性基本一致。

3.2 刺激成分

1957年日本人长谷川千鹤^[29]报道分离出具刺激性的2,5-二羟基苯乙酸及其甙。又有人称L-脯氨酸-L-缬氨酸和原儿茶醛为半夏刺激成分。1969年Suzuki Masako^[30]等提出3,4-二羟基苯甲酸及其甙具有刺激性作用。1983年Kubo Meguni^[31]等认为刺激性物质是草酸钙。1984年久保川彦^[32]报道黑尿酸(homogentisic acid)为半夏刺激成分。1999年吴皓、李伟等^[33]采用溶剂提取法,X-衍射,电镜扫描,氧化还原滴定,紫外分光光度法等进行研究,认为半夏中含有的草酸钙针晶为半夏的刺激成分之一,其晶形,含量与半夏的刺激性有关,经炮制后晶形发生变化,

含量急剧下降,刺激性明显减弱。

3.3 挥发油

王锐等^[34]采用自制“同时蒸馏-萃取”装置提取中药半夏挥发油,运用毛细管气相色谱分离,质谱鉴定出茴香脑(Anethole)、苯甲醛、丁基烯基醚(Buthylene ether)、3-甲基二十烷(3-Methyl-icosane)、十六碳烯二酸(Hexadecylendioic)、柠檬醛(Citral)、1-辛烯(1-Octene)、棕榈酸乙酯(Ethylpalmitate)和2-甲基吡嗪(2-Methylpyrazine)等60多种挥发油成分。刘布鸣等^[35]用乙醚加热回流从中药水半夏中提取挥发油,采用毛细管气相色谱、气相色谱-质谱-计算机分析技术对挥发油化学成分进行分析鉴定,确认了十五烷(Pentadecane)、十六烷(Hexadecane)、雪松醇(CEDR(L))、十七烷(Heptadecane)、十六烷醛(Hexadecanal)、十六碳酸(Hexadecanoic acid)等54种成分,占挥发油色谱总馏出峰面积的80%以上。结果显示水半夏挥发油主要化学成分为脂肪烃类和脂肪酸类。

3.4 脂肪酸

张科卫,吴皓等^[36]对半夏药材的甲酯化样品进行GC-MS分析,质谱图用NBS谱库检索,鉴定各种脂肪酸,从而鉴定出半夏块茎中含有9-氧代壬酸(Nonanoic acid,9-oxo-)、十五烷酸(Pentadecanoic acid)、7-十六碳烯酸(7-Hexadecenoic acid)、十六烷(Hexadecanoic acid)、9-十六碳烯酸(9-Hexadecenoic acid)、十六碳烯酸(Hexadecenoic acid)、十七烷酸(Heptadecanoic acid)、8-十八碳烯酸(8-Octadecenoic acid)、油酸(Oleic acid)、硬脂酸(Octadecanoic acid)、亚油酸(Linoleic acid)、11-二十碳烯(11-Eicoenoic acid)、花生酸(Eicoenoic acid)、10,13-二十碳二烯酸(10,13-Eicoadienoic acid)、山酸(Docoeanoic acid)等15种饱和及不饱和脂肪酸。

3.5 氨基酸

李先端等^[37]利用835-50型氨基酸分析仪进行测定,发现半夏中含有甲硫氨酸、甘氨酸、谷氨酸、精氨酸、天冬氨酸、组氨酸、丝氨酸等十六种氨基酸,其中七种为人体必须氨基酸,氨基酸是人的重要营养成分,不少氨基酸有很强的药理活性,如天冬氨酸具有镇咳去痰作用。刘布鸣等^[38]用L-8800全自动氨基酸分析仪,对鲜品水半夏和水半夏药材进行氨基酸成分的分析,发现水半夏中含有天门冬氨酸、苏氨酸、丝氨酸、谷氨酸、脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸、胱氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸、氨(NH₃)、组

氨酸(His)、精氨酸等17种氨基酸成分。

3.6 其他成分

1965年村上孝夫等^[39]用气相色谱鉴定了半夏中所含的豆甾醇、 β -谷甾醇和油菜甾醇。李先端等^[40]1990年报道,半夏中含有铝、铁、镁、钾、铜、钙、锰、磷、锌等18种无机元素。1978年日本人大盐、津九井、松冈氏^[20]报道半夏中含有0.02%的左旋麻黄碱为半夏的镇吐成分,含有0.015%的胆碱亦有镇吐作用。此外半夏中还含有胡萝卜苷、姜辣烯酮、姜辣醇、黄芩苷、黄芩苷元、胰蛋白酶抑制剂、多糖、直链淀粉。醇提部分含有油酸、 β 、 γ -亚麻酸、棕榈酸及硬脂酸等^[1](肖培根,2002)。1997年黄大方等^[41]人报道半夏汁液中含有具杀虫活性蛋白,对刺吸口器害虫有致死活性。1998年潘映红等^[42]研究发现从半夏块茎中分离纯化到一种蛋白质PPA,对刺吸口器害虫棉蚜或桃蚜有明显的致死作用,PPA是一种热稳定性较强的非共价结合的四聚体凝集素,分子量约为40kd,亚基分子量为12kd。

4 结语

半夏是极其重要的中药饮片和中成药原料药材,我国著名的传统药材,药用历史已有二千多年,是一味应用十分广泛、疗效确切的常用中药。近几年,半夏在组织培养、种属鉴定、化学成分、药理、临床研究等方面均取得了重大进展,但在有效成分及其调控机理和有效成分代谢等研究较少。为了适应国际市场的需要,我国应加大有效成分代谢与其调控机理的研究。

参考文献

- [1] 肖培根.半夏.新编中药志[M].北京:化学工业出版社,2002:372-378.
- [2] 冉懋雄.名贵中药材绿色栽培技术[M].北京:科学技术文献出版社,2002:12-13.
- [3] 任家惠,陈克明,徐琼芳.三叶半夏试管苗器官的诱导[J].植物生理学通讯,1983,(4):44-44.
- [4] 韩献忠,张治国,刘骅,等.半夏组织培养一次性成苗的研究[J].中草药,1989,20(11):45-50.
- [5] 夏海武,赵月玲,战克勤,等.半夏组织培养的研究[J].中国中药杂志,1994,19(12):720-721.
- [6] 万美亮,陈宏康,詹亚华,等.半夏组织培养与快速繁殖研究[J].中国中药杂志,1995,20(9):526-529.
- [7] 苏新.半夏愈伤组织的诱导和植株再生的研究[J].中国中药杂志,1989,14(11):15-17.
- [8] 李光胜,张志立,毛文岳,等.半夏组织培养育苗初报[J].中药材,1992,15(7):13-14.
- [9] 曾令波,周吉源,赵洁,等.半夏组织培养中不同植物生长调节物质对形态发生的效应[J].安徽师大学报(自然科学版),1995,18(3):

- 42-46.
- [10] 吴伯冀,肖亮,覃章铮.从三叶半夏叶肉原生质体再生植株[J].中国科学,1986,(3):267-272.
- [11] 何奕昆,刘刚,路铁刚,等.半夏茎尖培养及块茎品质改良[J].植物学报,1994,36(1):39-44.
- [12] 何奕昆,朱长甫,何孟元,等.半夏小块茎的形态发生及人工种子制作[J].作物学报,1997,23(4):482-485.
- [13] 唐琼莲.半夏的组织培养[J].云南林业科技,1998,82(1):80-82.
- [14] 张苏锋.半夏人工种子的研究[J].信阳师范学院学报,1998,11(3):281-282.
- [15] 罗光明.半夏的组织培养和植株再生[J].中药科技,2000,(4):13-14.
- [16] 赵月玲,夏海武,万永霞.活性炭在半夏组织培养中的应用[J].昌潍师专学报,1999,18(2):15-17.
- [17] 姚剑虹,孙小芳,唐容轩.半夏凝集素基因的克隆[J].复旦学报,2001,40(4):461-464.
- [18] 曹晖,刘玉萍,毕培曦,等.中药半夏的DNA分子与分子鉴别[J].中国实验方剂学杂志,2002,SI:80-84.
- [19] 曹晖,刘玉萍,王孝涛.基因测序技术在中药质量研究中的应用[J].药物分析,2001,21(6):423-427.
- [20] 李丽.部分国产半夏属植物的微形态特征和同工酶分析及其分类学意义[J].云南植物研究,1999,21(4):442-448.
- [21] 白权,赵淑芝,孙琪华,等.水半夏叶片细胞叶绿体超微结构的研究[J].川北医学院学报,2000,15(1):64-66.
- [22] 胡双丰.半夏与其伪品掌叶半夏的鉴别[J].首都医药,2001,8(4):54-56.
- [23] 张袖丽,谢中稳,陶汉之.半夏属植物同工酶的电泳分析[J].安徽农业大学学报,1997,24(3):291-295.
- [24] 郭巧生,沈文飏,刘丽,等.半夏种内不同居群酯酶和超氧化物歧化酶同工酶酶谱特征分析[J].植物资源与环境学报,2001,10(2):42-46.
- [25] 徐礼荣,沙世炎.中草药有效成分分析法[M].北京人民卫生出版社,1984:113-115.
- [26] 大盐,津九井,松冈氏.半夏镇呕成分[J].汉方研究,1978,(5):4-5.
- [27] 陶宗晋,徐琴钰,吴克佐,等.半夏蛋白的分离、结晶、生物活性和一些化学性质[J].生物化学与生物物理学报,1981,13(1):77-82.
- [28] 孙册,徐继华,翟世康,等.半夏蛋白的若干生物学性质[J].生物化学与生物物理学报,1983,15(4):333-337.
- [29] 长谷川千鹤.药学杂志(日),1957,2:16-18.
- [30] Suzuki.Masako.IrritatingSubstanceof Pinellia.ternata. Arzheim-Forsch, 1969,19(8):1307-1309.
- [31] Kubo Meguni, Maruyama Etsuko, Kojita Taketoshi et al. Unpleasant Taste in Vegetable Foods. Acrid Component in Pinellia Tuber. Ka-seigake Kenkyu(Japan),1983,30(1):61-65.
- [32] 日本和汉药资料选译, 国家医药管理局中草药情报中心站. 1984:37.
- [33] 吴皓,李伟,等.半夏刺激性成分的研究[J].中国中药杂志,1999,24(12):725-730.
- [34] 王锐,倪京满,马蓉.中药半夏挥发油成分的研究[J].中国药学杂志,1995,30(8):457-459.
- [35] 刘布鸣,梁凯妮,黄平.中药水半夏挥发油化学成分分析[J].广西科学,2004,11(1):52-54
- [36] 张科卫,吴皓,等.半夏药材中脂肪酸成分的研究[J].南京中医药大学学报(自然科学版),2002,18(5):291-292.
- [37] 李先端,胡世林,杨连菊.半夏类药材氨基酸与无机元素分析[J].中国中药杂志,1990,16(10):37-38.
- [38] 刘布鸣,梁凯妮,黄平.鲜品水半夏和水半夏药材中氨基酸成分分析.广西中医药,2003,26(6):51-52.
- [39] 村上孝夫.药学杂志(日),1965,85(9):832-835.
- [40] 李先端,胡世林,杨连菊.半夏类药材氨基酸与无机元素分析[J].中国中药杂志,1990,16(10):37-38.
- [41] 黄大方,潘映红,张淑香.从掌叶半夏和半夏中发现对几种蚜虫有致死活性的蛋白[J].中国农业科学,1997,30(2):94-96.
- [42] 潘映红,张淑香,曹景萍,等.掌叶半夏凝集素的分离纯化及抗蚜活性研究[J].自然科学进展,1998,8(4):502-505.

(责任编辑:王芬露)