

评述与展望

Review and Progress

雪胆属植物的组织培养与栽培研究进展

余启惠 姜媛媛 杨程 苟丽琼 朱柏雨 张利*

四川农业大学理学院,雅安,625014

* 通讯作者, zhang8434@sina.com

摘要 雪胆属植物中含有丰富的三萜皂苷类成分,同时因抗菌、消炎和抗肿瘤等作用受到越来越多的关注。随着雪胆属植物深入研究的不断展开,其临床应用也越来越广泛。为缓解雪胆属植物资源匮乏的状况,为其资源保护和开发利用提供理论基础,本综述对雪胆属植物的组培和栽培方面的研究进行了总结和展望,并对雪胆属植物比较有价值的研究方向进行了探讨,旨在为雪胆属植物进一步的开发利用提供一定的科学依据。

关键词 雪胆属,组织培养,栽培,开发利用

Research Progress on Tissue Culture and Cultivation of Plants from *Hemsleya Cogn.*

She Qihui Jiang Yuanyuan Yang Cheng Gou Liqiong Zhu Baiyu Zhang Li*

College of Science, Sichuan Agricultural University, Ya'an, 625014

* Corresponding author, zhang8434@sina.com

DOI: 10.13417/j.gab.037.001370

Abstract *Hemsleya Cogn.* is rich in triterpenoid saponins, and attracts more and more attention due to its antibacterial, anti-inflammatory and antitumor effects. As there will be further researches on *Hemsleya Cogn.* its clinical application became more widespread. To alleviate the scarcity of *Hemsleya Cogn.* resources, and provide a theoretical basis for resource conservation and its development and utilization, this study summarized researches on the tissue culture and cultivation of *Hemsleya Cogn.*. Moreover, the valuable research directions of *Hemsleya Cogn.* were discussed in order to provide a scientific basis for further development and application.

Keywords *Hemsleya Cogn.*, Tissue culture, Cultivation, Development and utilization

雪胆属(*Hemsleya Cogn.*)植物隶属葫芦科(Cucurbitaceae),共31个种,主要分布于我国西南部至中南部,为多年生攀援草本,具膨大块茎。雪胆属中的长果雪胆(*H. dolichocarpa*)、峨眉雪胆(*H. omeiensis*)和雪胆(*H. chinensis*)等多个种的块茎可供药用,富含三萜类化合物。

四川省中药材标准(2010年版)和四川省中药饮片炮制规范(2002年版)规定,中药雪胆为葫芦科雪胆属植物峨眉雪胆、长果雪胆或巨花雪胆(*H. giga-*

ntha)的干燥块根。贵州省中药材、民族药材质量标准(2003年版)规定,中药雪胆为雪胆属植物蛇莲(*H. sphaerocarpa*)及雪胆的干燥块根,也是贵州省少数民族用药。据中国药典1977版一部记载,中药雪胆具有清热解毒、抗菌消炎等多种功效,临床上常用于菌痢以及各种炎症如肠炎、支气管炎、急性扁桃体炎等多种疾病的治疗。

中药雪胆的主要有效成分为雪胆甲素和雪胆乙素,研究表明雪胆甲素和雪胆乙素具有抗菌消炎(中国人民解放军第六十九医院,1973,新医药学杂志,

基金项目:本研究由四川农业大学双支计划项目(03570848; 03571547; 03572098)共同资助

引用格式: She Q.H., Jiang Y.Y., Yang C., Gou L.Q., Zhu B.Y., and Zhang L., 2018, Research progress on tissue culture and cultivation of plants from *Hemsleya Cogn.*, *Jiyinzuxue Yu Yingyong Shengwuxue (Genomics and Applied Biology)*, 37(3): 1370-1375 (余启惠,姜媛媛,杨程,苟丽琼,朱柏雨,张利,2018,雪胆属植物的组织培养与栽培研究进展,基因组学与应用生物学,37(3): 1370-1375)

1(13): 29-31; 何健等, 2012)、抗肿瘤(Ren et al., 2012)和抗 HIV (Tian et al., 2008; 孔倩倩, 2015, 中国专利, CN104510742A)等功效。雪胆甲素和雪胆乙素对福氏杆菌、伤寒杆菌、乙型链球菌和大肠杆菌均具有明显的抑菌作用(中国人民解放军第六十九医院, 1973, 新医药学杂志, 1(13): 29-31), 且抑菌作用强于同等浓度的氯霉素(聂瑞麟和陈宗莲, 1986), 还可能通过破坏微丝细胞骨架或减少炎症相关细胞因子的表达发挥抗炎作用(何健等, 2012; 王谣等, 2013)。

近年来, 雪胆属植物资源活性成分的分离分析和临床作用的研究使其得到更广的开发利用。随着雪胆中成药和饮片等方面的开发应用, 加上雪胆属植物兼具药用价值和观赏价值(杨秋荣, 2014), 对雪胆属植物的市场需求量不断增加, 造成了无节制的挖掘, 使得雪胆属植物野生资源的急剧减少(胡绍庆等, 2002; 鲁松等, 2013), 雪胆属植物生长缓慢, 人工栽培 5~6 年采收(杨秋荣, 2014; 陈翠等, 2015, 云南农业科技, 1: 41-43)。而使用组培技术对雪胆属植物进行快速繁育, 然后经人工栽培扩大种植, 也许是解决雪胆属植物资源匮乏并有效保护雪胆属植物的有效方法之一。因此, 本综述将从组培和栽培方面对雪胆属植物的研究进行总结, 并对雪胆属植物组织培养的后期研究和应用进行了展望, 以期对雪胆属植物资源的保护及开发利用提供一定的理论基础。

1 雪胆属植物的组织培养

1.1 外植体的选择

外植体是用来进行组织培养的植物组织、器官甚至细胞材料。外植体的选择十分重要(马慧等, 2007), 常选择的有胚、叶片、茎和茎切片等。在雪胆属植物的组培实验中选取的外植体都是茎, 一般都是选用便于消毒且容易获取带芽幼嫩的茎段(芮和恺等, 1987, 中药材, 5: 11; 林贵美等, 2007, 北方园艺, 11: 184-185; 王蒙蒙等, 2009, 浙江农业科学, 1(3): 497-499; 雷祖培, 2011)。蛇莲离体培养试验表明, 蛇莲离体培养最佳材料为顶端茎段, 在不同培养基中差异不大, 叶片较大而密, 分节多且节间长, 外植体底端的愈伤组织紧密(林贵美等, 2007)。

1.2 外植体的消毒

雪胆属植物外植体消毒采用以下方法: 将外植体放在加有适量洗洁精的烧杯中, 用纱布封口, 自来水冲洗 1~2 h, 取出晾干备用。处理好的外植体在超净工作台内消毒: 放在无菌烧杯中用浓度为 70% 的乙

醇浸泡外植体 30 s, 无菌水冲洗 3~4 次, 用 0.1% 的升汞溶液再次浸泡外植体 8~9 min, 轻摇烧杯, 最后再用无菌水冲洗 3~4 次, 用无菌滤纸吸干水分备用(王蒙蒙等, 2009, 浙江农业科学, 1(3): 497-499)。此外, 也有将升汞浸泡时间延长为 10 min, 然后用无菌水冲洗 5~6 次(林贵美等, 2007), 或改为用 10% 的次氯酸钠浸泡 8 min, 无菌水冲洗 5 次(雷祖培, 2011)。

1.3 再生体系的研究

植物体外再生有两种类型, 即器官再生和胚状体再生。目前未见关于雪胆属植物胚状体再生的相关研究, 因此以下将主要从器官再生途径的两种类型(直接器官再生途径与间接器官再生途径)对雪胆属植物体外再生进行综述。

1.3.1 直接器官再生途径

以芽、腋芽、块茎等为外植体, 不经过愈伤组织阶段, 直接分化成器官直接获得再生植株, 即直接器官再生(黄学林和李筱菊, 1995)。早在 1987 年就已有关于雪胆属植物干预直接器官再生途径的研究, 将雪胆的带芽茎段接入含 BA 2 mg/L+NAA 0.2 mg/L 的 MS 培养基, 培养一周后, 雪胆茎段的侧芽生长, 叶片展开, 生长迅速。一个多月后即可去叶切取带芽茎段继代培养, 循环转接生产大量试管苗, 或将带芽茎段接入生根培养基, 雪胆茎段会长出不定根继而形成完整的植株(芮和恺等, 1987, 中药材, 5: 11)。将蛇莲的带芽茎段切成带芽的小茎段, 接入 6-BA 0.5 mg/L 的 MS 培养基, 30 d 后转入增殖培养基中, 最后将继代培养的茎段切分为带腋芽的次生茎段接种到生根培养基, 10 d 后就能生根, 25~30 d 后可炼苗移栽, 成活率可达 95% 以上(林贵美等, 2007, 北方园艺, 11: 184-185)。

1.3.2 间接器官再生途径

外植体先脱分化形成愈伤组织, 然后再分化成器官, 进而形成完整植株的过程为间接器官再生(雷祖培, 2011)。以浙江雪胆(*H. zhejiangensis*)带芽幼嫩茎段为外植体, 成功的诱导出了愈伤组织, 并通过愈伤组织分化出不定芽, 由不定芽发育成小植株, 最后将组培苗炼苗后移栽, 成活率达 89.2% (王蒙蒙等, 2009, 浙江农业科学, 1(3): 497-499)。

1.4 培养基和植物生长调节剂

1.4.1 培养基的选择

雪胆属植物的组培常采用 MS 培养基(林贵美等, 2007; 林贵美等, 2007, 北方园艺, 11: 184-185; 王蒙蒙等,

2009, 浙江农业科学, 1(3): 497-499; 雷祖培, 2011)。浙江雪胆组织培养的基本培养基可选用 MS、B5、N6 和 WPM 培养基几种, 均能满足浙江雪胆的生长需要, 其中 MS 和 B5 培养基是比较适宜浙江雪胆快速繁殖的培养基(雷祖培, 2011)。蛇莲离体培养的培养基也以 MS 为好(林贵美等, 2007)。

1.4.2 植物生长调节剂的选择

雪胆属植物的组织培养目前主要采用 NAA (萘乙酸)和 6-BA (6-苄氨基腺嘌呤)两种植物生长调节剂, 但不同种雪胆属植物选用的生长调节剂浓度配比不同, 且差异较大(表 1)。

1.5 炼苗移栽

林贵美等(2007)将已生根的瓶苗放在荫棚炼苗 7~10 d 后, 取出植株, 洗净基部的培养基后用 0.1% 的多菌灵消毒, 用清水洗干净后种植于泥炭土基质, 植株长到 8~10 cm 高时移栽入大田继续生长, 成活率最高达到 95%。在组培苗长到 3.0~4.0 cm 时, 选择其中根系发达且韧性好的组培苗, 室内炼苗后直接移到室外遮荫处生长, 精心管理, 40 d 后成活率可达 89.2% (王蒙蒙等, 2009, 浙江农业科学, 1(3): 497-499)。

2 雪胆属植物的人工栽培

雪胆属植物中目前仅有曲莲(*H. amabilis*)和雪胆的人工栽培的相关研究(杨秋荣, 2014; 陈翠等, 2015, 云南农业科技, 1: 41-43), 主要内容包括选地及整地、繁殖方法和采收及产地加工这 3 个方面。

2.1 选地及整地

选地时考虑到曲莲喜欢湿润阴凉的环境, 且不耐旱也不耐涝, 故应选在海拔 1 800~2 400 m、土层深厚且

含有机质较高、透水性较好的壤土种植(杨秋荣, 2014)。

整地时深翻土壤 2 次, 施足基肥(每公顷施农家肥 30~45 t, 过磷酸钙 750 kg), 仔细耙平后作畦。育苗地畦宽 1.0~1.2 m, 大田栽培地畦宽 60~80 cm, 沟宽 30 cm、深 30~40 cm。沟深畦高便于雨季及时排水, 避免土壤水分过多导致植株烂根死亡, 并且有利于促进根系健康发育(杨秋荣, 2014)。

2.2 繁殖方法

雪胆属植物的繁殖方法有 3 种: 种子繁殖、块茎繁殖和分株繁殖(杨秋荣, 2014; 陈翠等, 2015, 云南农业科技, 1: 41-43)。

2.2.1 种子繁殖

种子繁殖一般在 10~11 月, 在果实变红后采果, 取出种子置于湿沙中贮藏, 于次年春季 3~4 月取出播种, 约 10 d 左右出苗, 出苗率为 85%左右, 培育 2 年后在次年春季新芽萌发之前开穴移栽。

2.2.2 块茎繁殖

块茎繁殖在春季, 植株还未萌发新芽前挖出, 将块茎切成长宽各 3 cm 的小块, 每块须带有皮层, 用干净的草木灰沾满切口, 稍加晾干后栽种, 覆土后稍加镇压, 之后使土壤保持湿润(杨秋荣, 2014)。

2.2.3 分株繁殖

分株繁殖每年 1~2 月扒开块茎顶端土壤, 用刀切下茎基部与地下块茎连接处产生的小块茎, 作种苗种植(陈翠等, 2015, 云南农业科技, 1: 41-43)。

2.3 采收及产地加工

一般移栽 3~4 年后采收, 可根据其具体情况延长栽种年限, 秋末茎叶枯萎之后或春天块茎萌芽之

表 1 雪胆属植物的组培生长调节剂浓度配比

Table 1 The concentration ratio of tissue culture and growth regulator for *Hemsleya* Cogn. plants

植物类型 Plant type	生长调节剂(mg/L) Growth regulators (mg/L)	间接再生途径 Indirect regeneration pathway			直接再生途径 Direct regeneration pathway		
		愈伤组织诱导 Callus induction	芽分化 Bud differentiation	根诱导 Root induction	诱导 Induction	增殖 Proliferation	生根 Root induction
浙江雪胆	6-BA	3.0	3.0	-	-	1.00	-
<i>H. zhejiangensis</i>	NAA	1.0	0.5	1.0	-	0.02	-
蛇莲	6-BA	-	-	-	0.5	0.5~1.0	-
<i>H. sphaerocarpa</i>	NAA	-	-	-	-	0.05	0.1
雪胆	BA	-	-	-	-	2.0	-
<i>H. chinensis</i>	NAA	-	-	-	-	0.2	0.1

注: 以上只有雪胆生根培养基使用 1/2 MS 培养基, 其他均使用 MS 培养基

Note: Only the rooting medium of *H. chinensis* used 1/2 MS medium, the others used MS medium

前采挖,除去地上部分,洗净晾干再切成薄片晒干或烘干即可。

3 展望

雪胆属植物组培方面的研究还有极大的空间,外植体的选取、培养基和激素种类以及浓度配比等还有待研究。虽然雪胆属植物的繁殖方法简单,但生长缓慢,栽培周期长,加上其野生资源的稀缺,严重限制了雪胆药材的应用范围和推广程度。通过组织快繁等快速有效的方法加快生产,继而人工栽培扩大种植或者直接生产有效成分是很有必要的,也是真正解决资源匮乏问题并有效保护雪胆属植物的有效方法之一。本综述对雪胆属植物组培和栽培方面的研究进行了总结和展望,旨在能为今后雪胆属植物再生体系或新品种培育等方面的研究提供一定的理论基础,进而对雪胆属植物资源进行更好的保护和开发利用。

植物组培中常采用不同的外植体(Hu et al., 2015; 周萍等, 2016)、培养基(李琰等, 2010)和激素(靳慧卿等, 2016, 中国草地学报, 38(6): 15-21),以期得到更高的诱导率或增殖率。目前关于雪胆属植物 31 个种中仅有关于 3 个种(蛇莲, 雪胆, 浙江雪胆)有组培方面的研究,且大部分研究中所采用的外植体、培养基和激素种类单一,研究还不够深入全面。雪胆属植物的组培在胚状体再生途径、生长激素使用、培养条件的优化、种质资源保存和突变育种等很多方面还有待研究。

突变育种是指人为利用物理(如 X 射线, R 射线, 激光等)、化学等因素诱发生物体产生突变,将突变个体培育成新品种,或者与其它种质杂交进而培育优良品种的一种育种方法(Bradshaw, 2016)。组培可通过与突变育种结合进行更高效的育种研究。组培与辐射结合育种具有周期短、选择范围广、效率高等优点,有先组培后辐射和先辐射后组培两种方法(张冬雪等, 2007)。组培与化学诱变的结合,条件可控、诱导率较高、育种时间缩短、可对诱导成功的材料进行快速繁殖获得更多的多倍体材料,并且方便鉴定,能在短期内快速鉴定大批量株系,筛选多倍体(邓平等, 2009, 北方园艺, 5: 111-113)。目前,以愈伤组织和丛生芽为材料进行多倍体诱导已取得较为成功的结果(段英姿等, 2003; 王跃华, 2006; Sun et al., 2009; 石小兵等, 2016, 江苏农业科学, 45(5): 69-71)。通过雪胆属植物组培与辐射或化学诱变相结合的方法,培育出更优质的品种,有利于雪胆属植物资源的保护和可持续开发利用。

随着中药在临床上日渐广泛的使用,很多药用植物特别是一些珍贵药用植物因资源匮乏、生长缓慢、产量低,越来越难以满足临床的需要,故而利用植物细胞培养技术来生产次生代谢产物被广泛应用,如紫杉醇、紫草宁和人参皂甙等一些天然成分已经进入工业化生产阶段,同时已经有固定化培养、悬浮培养、两相培养等多种较为先进的培养方法(吕春茂等, 2007)。在一定的离体培养条件下,植物的一些代谢物所积累的含量可以高于整株植物,这说明通过植物细胞培养来生产一些特定的植物次生代谢物是具有广阔前景的(Zhong, 2001)。并且优化培养条件或添加诱导子可显著提高生产效率,通过优化培养条件将芍药愈伤组织合成芍药双苷的能力提高了 33%,芍药双苷占愈伤组织干重含量为 37.60 mg/g (马莹莹等, 2015),通过添加 20 mg/L 水杨酸(SA)使紫杉醇含量达到干重的 1.626 mg/g (Wang et al., 2007)。雪胆属植物生长缓慢、种植周期长,而目前为止还未见通过愈伤组织生产雪胆甲素或雪胆乙素的研究,每年仅用于生产雪胆素原料药所需要的雪胆药材约 3 000 t 以上,然而市场实际供应量不足 100 t (曾祥飞等, 2016, 中药材, 39(5): 996-1001),可见其需求紧缺,为了缓解对中药雪胆的需求压力,有效保护雪胆属植物资源,利用悬浮培养等细胞培养技术来高效、低成本的生产雪胆甲素和雪胆乙素以供药用具有重要意义。

4 结语

雪胆属植物组培方面的研究还有极大的空间,外植体的选取、培养基和激素种类及浓度配比的研究还有待研究。雪胆属植物的虽然繁殖方法简单,但生长缓慢,栽培周期长,加上其野生资源的稀缺,严重限制了雪胆药材的应用范围和推广程度。通过组织快繁等快速有效的方法加快生产,继而人工栽培扩大种植或者直接生产有效成分是很有必要的,也是真正解决资源匮乏问题并有效保护的雪胆属植物的有效方法之一。本综述对雪胆属植物组培和栽培方面的研究进行了总结和展望,旨在能为今后雪胆属植物再生体系或新品种培育等方面的研究提供一定的理论基础,进而对雪胆属植物资源进行更好的保护和开发利用。

作者贡献

余启惠为本综述主要撰写人;杨程负责部分资料的收集整理;苟丽琼主要负责论文英文摘要的核

对和修改,朱柏雨负责论文大纲以及格式修改,姜媛媛、张利主要负责论文修改以及定稿工作,全体作者都阅读并同意最终的文本。

致谢

本研究由四川农业大学双支计划项目(0357084-8; 03571547; 03572098)共同资助。

参考文献

- Bradshaw J.E., ed., 2016, Plant breeding: past, present and future, Springer International Publishing, Heidelberg and West-Berlin, pp.39-45
- Duan Y.Z., Niu Y.Z., Liu Y.Z., Guo S.X., and Peng C.Z., 2003, *In vitro* rapid propagation and induction of polyploidy with colchicine in *Salvia bowleyana*, *Zhiwu Shengli Xuebao* (Plant Physiology Journal), 39(3): 201-205 (段英姿, 牛应泽, 刘玉贞, 郭世星, 彭朝忠, 2003, 南丹参离体快速繁殖与多倍体诱导, *植物生理学报*, 39(3): 201-205)
- He J., Xu L.H., Qiao J., Ouyang D.Y., and He X.H., 2012, Cucurbitacin IIa induces apoptosis of LPS-stimulated RAW264.7 cells through disrupting microfilament cytoskeleton, *Mianyixue Zazhi* (Immunological Journal), (7): 553-557 (何健, 徐丽慧, 乔静, 欧阳东云, 何贤辉, 2012, 雪胆素甲通过破坏微丝结构诱导 LPS 活化的 RAW264.7 细胞凋亡, *免疫学杂志*, (7): 553-557)
- Hu S.Q., Ding B.Y., and Chen Z.H., 2002, The critical regions for conservation of rare and endangered plant species diversity in Zhejiang Province, *Shengwu Duoyangxing* (Biodiversity Science), 10(1): 15-23 (胡绍庆, 丁炳扬, 陈征海, 2002, 浙江省珍稀濒危植物物种多样性保护的关键区域, *生物多样性*, 10(1): 15-23)
- Hu S., Ma Y.Y., Jiang H.L., Feng D.J., Yu W., Dai D.M., and Mei L.H., 2015, Production of paeoniflorin and albiflorin by callus tissue culture of *Paeonia lactiflora* pall, *Chinese J. Chem. Eng.*, 23(2): 451-455
- Huang X.L., and Li X.J., 1995, The relations of biosynthesis of ethylene and polyamines to somatic embryogenesis of plants, *Zhiwu Shenglixue Tongxun* (Plant Physiology Communications), 31(2): 81-85 (黄学林, 李筱菊, 1995, 乙烯和多胺的生物合成与植物体细胞胚胎发生, *植物生理学通讯*, 31(2): 81-85)
- Lei Z.P., 2011, *Hemsleya zhejiangensis* seedling culture with two hormones and four types of medium, *Zhejiang Nonglindaxue Xuebao* (Journal of Zhejiang Forestry College), 28(4): 662-666 (雷祖培, 2011, 不同植物生长调节物质和培养基对浙江雪胆组培苗繁殖系数的影响, *浙江农林大学学报*, 28(4): 662-666)
- Li Y., Feng J.T., Wang Y.H., Li Y.P., and Zhang X., 2010, Effects of basic media and culture conditions on callus growth and secondary metabolite content of *Tripterygium wilfordii*, *Linye Kexue* (Scientia Silvae Sinicae), 46(5): 64-69 (李琰, 冯俊涛, 王永宏, 李玉平, 张兴, 2010, 培养基及培养条件对雷公藤愈伤组织生长和次生代谢产物含量的影响, *林业科学*, 46(5): 64-69)
- Lin G.M., Wei H.F., Li X.Q., Wu D.D., Li C.S., and Zhang J.Z., 2007, Tissue culture and rapid propagation of *Hemsleya aphaerocarpa* Kuang et A. M. Lu, *Zhiwu Shengli Xuebao* (Plant Physiology Journal), 43(3): 508 (林贵美, 韦华芳, 李清泉, 吴代东, 李朝生, 张进忠, 2007, 蛇莲的组织培养与快速繁殖, *植物生理学报*, 43(3): 508)
- Lu S., Xie K.P., and Li C.H., 2013, Preliminary studies on the evaluation system of endangered wild officinal plants in Mount Emei, *Guangxi Zhiwu* (Guihaia), 33(2): 229-235 (鲁松, 谢孔平, 李策宏, 2013, 峨眉山山区野生濒危药用植物资源评价体系的初步研究, *广西植物*, 33(2): 229-235)
- Lu C.M., Fan H.Y., Jiang H., and Meng X.J., 2007, Research advances on synthesis of secondary metabolites by plant cell culture, *Yunnan Nongye Daxue Xuebao* (Journal of Yunnan Agricultural University), 22(1): 1-7 (吕春茂, 范海延, 姜河, 孟宪军, 2007, 植物细胞培养技术合成次生代谢物质研究进展, *云南农业大学学报*, 22(1): 1-7)
- Ma Y.Y., Hu S., Jiang H.L., Feng D.J., Yu W., and Mei L.H., 2015, Content increase of paeoniflorin and albiflorin in callus culture of *Paeonia lactiflora* Pall., *Zhongchengyao* (Chinese Traditional Patent Medicine), 37(1): 78-84 (马莹莹, 胡升, 江海龙, 冯定军, 俞伟, 梅乐和, 2015, 提高芍药愈伤组织中芍药苷和芍药内酯苷的含有量, *中成药*, 37(1): 78-84)
- Nie R.L., and Chen Z.L., 1986, The research history and present status on the chemical components of genus *Hemsleya* (Cucurbitaceae), *Zhiwu Fenlei Yu Ziyuan Xuebao* (Plant Diversity), 8(1): 117-126 (聂瑞麟, 陈宗莲, 1986, 雪胆属植物化学研究历史和现状, *植物分类与资源学报*, 8(1): 117-126)
- Ren S., Ouyang D.Y., Saltis M., Xu L.H., Zha Q.B., Cai J.Y., and He X.H., 2012, Anti-proliferative effect of 23,24-dihydrocucurbitacin F on human prostate cancer cells through induction of actin aggregation and cofilin-actin rod formation, *Cancer Chemother. Pharmacol.*, 70(3): 415-424
- Sun Q.R., Sun H.Y., Li L.G., and Bell R.L., 2009, *In vitro* colchicine-induced polyploid plantlet production and regeneration from leaf explants of the diploid pear (*Pyrus communis* L.) cultivar, 'Fertility', *J. Hortic. Sci. Biotech.*, 84(5): 548-552
- Tian R.R., Chen J.C., Zhang G.H., Qiu M.H., Wang Y.H., Du L., Shen X., Liu N.F., and Zhang Y.T., 2008, Anti-HIV-1 activities of *Hemsleya* A and B, *Chin. J. Nat. Medicines*, 6(3): 214-218
- Wang Y.D., Wu J.C., and Yuan Y.J., 2007, Salicylic acid-induced taxol production and isopentenyl pyrophosphate

- biosynthesis in suspension cultures of *Taxus chinensis* var. *mairei*, *Cell Biol. Int.*, 31(10): 1179-1183
- Wang Y., Liu K.P., Song F.M., Pan H., Xu L.H., Ouyang D.Y., and He X.H., 2013, The effects of cucurbitacin IIb on the in vitro activation and proliferation of mouse lymphocytes, *Mi-anyixue Zazhi (Immunological Journal)*, 29(3): 190-194 (王谣, 刘坤鹏, 宋方茗, 潘浩, 徐丽慧, 欧阳东云, 何贤辉, 2013, 雪胆素乙对小鼠淋巴细胞体外活化及增殖的影响, *免疫学杂志*, 29(3): 190-194)
- Wang Y.H., 2006, Studies on polyploid induction of *Phellodendron chinense*, *Zhongguo Zhongyao Zazhi (China Journal of Chinese Materia Medica)*, 31(6): 448-451 (王跃华, 2006, 川黄柏多倍体诱导研究, *中国中药杂志*, 31(6): 448-451)
- Yang Q.R., 2014, The domestication, cultivation and exploitation of *Hemsleya Chinensis*, *Yatai Chuantong Yiyao (Asia-Pacific Traditional Medicine)*, 10(7): 28-29 (杨秋荣, 2014, 雪胆的驯化栽培与开发利用研究, *亚太传统医药*, 10(7): 28-29)
- Zhang D.Q., Wang D., and Zhang Z.W., 2007, The review of radiation breeding combining tissue culture in ornamentals, *Fujian Nonglin Keji (Journal of Fujian Forestry Science and Technology)*, 34(1): 137-141 (张冬雪, 王丹, 张志伟, 2007, 观赏植物组培与辐射结合育种研究进展, *福建林业科技*, 34(1): 137-141)
- Zhong J.J., 2001, Biochemical engineering of the production of plant-specific secondary metabolites by cell suspension cultures, *Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.*, 72: 1-26
- Zhou P., Xie C.Q., Chen J.W., and Li X., 2016, Comparison of three kinds of flavonoids and total flavonoids contents in different organs of *scutellaria baicalensis* Geogi and its callus, *Nanjing Zhongyiyadaxue Xuebao (Journal of Nanjing University of Traditional Chinese Medicine (Natural Science Edition))*, 32(2): 191-194 (周萍, 谢晨琼, 陈建伟, 李祥, 2016, 黄芩不同器官及愈伤组织中3种黄酮类成分和总黄酮的含量比较, *南京中医药大学学报(自然科学版)*, 32(2): 191-194)

International Journal of Super Species Research



International Journal of Super Species Research (ISSN 1927-6621) is an open access, peer reviewed journal published online by BioPublisher. The journal publishes all aspects of super species research, containing super species, plant species and their biological aspects including life histories population dynamics molecular biosystematics co-evolutionary networks among plants and other organisms and mechanisms of speciation; as well as summarizing the current understanding of the biology of species including systematics, distribution, fossil history, genetics, anatomy, physiology, behavior, ecology, and conservation.

Email: edit@ijssr.biopublisher.ca

Web: <http://ijssr.biopublisher.ca>