

除虫菊愈伤组织诱导研究

李 琰^{1,2}, 冯俊涛¹, 易晓华¹, 马泽旭², 郭小虎², 张 兴^{1*}

(1. 西北农林科技大学无公害农药研究服务中心/陕西省生物农药工程技术研究中心, 陕西杨凌 712100

2. 西北农林科技大学生命科学院, 陕西杨凌 712100)

摘 要: 以除虫菊种子获得的无菌苗的不同器官为外植体, 研究几种基本培养基及 NAA、2,4-D 或与其与 BA、KT 的组合对愈伤组织的诱导效果, 结果表明: 不同类型基本培养基中 MS 有利于子叶、真叶和下胚轴, White 有利于根愈伤组织的诱导和生长。不论除虫菊的哪一部分作为外植体, 培养基 pH 值均为 5.8 较为合适。不同器官外植体诱导愈伤组织的最适植物生长调节剂组合不同, 子叶为 1.0 mg/L 2,4-D+0.5 mg/L KT, 真叶为 1.0~2.0 mg/L 2,4-D+0.5 mg/L KT, 根为 0.5 mg/L 2,4-D+0.5 mg/L BA 或 KT, 而下胚轴在 1.0~2.0 mg/L 2,4-D+0.5 mg/L BA, 0.5~1.0 mg/L 2,4-D+0.5 mg/L KT, 1.0 mg/L NAA+0.5 mg/L BA, 0.5 mg/L NAA+0.5 mg/L KT, 0.5 mg/L 2,4-D+0.5 mg/L BA 或 KT 均可 100% 诱导愈伤组织。

关键词: 除虫菊; 组织培养; 愈伤组织诱导; 植物生长调节剂

中图分类号: Q943.1; S482.39

文献标识码: A

文章编号: 1004-1389(2007)06-0217-05

Study on Callus Induction of *Pyrethrum cinerarii folium* Trev.

LI Yan^{1,2}, FENG Jun-tao¹, YI Xiao-hua¹, MA Ze-xu², GUO Xiao-hu and ZHANG Xing^{1*}

(1. Technology and Engineering Center of Biopesticide, Shaanxi Province/ Research and Development Center

of Biorational Pesticide, Northwest A & F University, Yangling Shaanxi 712100, China; 2. College of Life

Science, Northwest A & F University, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: The different organs of free seedlings *Pyrethrum cinerarii folium* seed were used as explants. Effect of different media and pH on callus induction were studied. MS as the basic medium supplemented with NAA, 2,4-D, BA, KT, studies were carried out on induction of different explants of *P. cinerarii folium*. The results showed: MS medium was suitable for the callus induction of cotyledon leaf and hypocotyl of *P. cinerarii folium*, White was suitable for the callus induction of root. The best pH for the callus induction was 5.8. When cytokinin and auxin were used on callus induction, 1.0 mg/L 2,4-D+0.5 mg/L KT was best for cotyledon, 1.0~2.0 mg/L 2,4-D+0.5 mg/L KT was best for leaves, 1.0~2.0 mg/L 2,4-D+0.5 mg/L BA, 0.5~1.0 mg/L 2,4-D+0.5 mg/L KT, 1.0 mg/L NAA+0.5 mg/L BA, 0.5 mg/L NAA+0.5 mg/L KT were best for hypocotyls, 0.5 mg/L 2,4-D+0.5 mg/L BA or KT was best for roots, the inductivity could reach at 100 percent whose callus was growing, suitable for subculture. 2,4-D was better than NAA, KT was better than BA for callus induction and growth of *P. cinerarii folium*.

Key words: *Pyrethrum cinerarii folium* Trev.; Tissue culture; Callus induction; Plant growth regulators

除虫菊 (*Pyrethrum cinerarii folium* Trev.) 是菊科的多年生草本植物, 全株呈灰白淡绿色, 叶

收稿日期: 2007-03-19 修回日期: 2007-05-28

基金项目: 国家“十五”攻关项目 (2002BA516A04)。

作者简介: 李 琰 (1971-), 女, 河南洛阳人, 副教授, 在读博士, 主要从事植物学及药用植物学的教学和研究。

* 通讯作者: 张 兴 (1952-), 男, 陕西周至人, 教授, 博士生导师, 主要从事农药学的教学与研究工作。

羽状全裂,花茎多数,顶端生一头状花序,夏秋时节开花,全株含有除虫菊素,以花中含量最高,对多种农业害虫具有很高的毒杀作用,是一种理想的杀虫植物^[1~3]。除虫菊素为天然产物杀虫剂,其杀虫作用由多种成分共同形成,故害虫的抗性发展缓慢,且对哺乳类动物低毒^[4]。目前日趋严格的环境立法以及新化学杀虫剂工业研发成本的上升促进了人们对天然除虫菊素的研究与应用。天然除虫菊素主要从除虫菊花中提取,除虫菊主要为大田种植,易受土地资源的制约,这样就限制了其产量。随着生物技术的发展,利用植物组织培养生产有用的次生代谢产物已取得了相当大的成绩^[5],细胞培养技术已成为开发经济植物资源的重要途径^[6]。国内外关于除虫菊组织培养方面的研究主要集中在除虫菊素的生物合成等方面,关于对愈伤组织诱导方面的研究尚未见报道。本文主要就几种常用的植物生长调节剂、培养基 pH 值、基本培养基对除虫菊愈伤组织诱导和生长的影响进行研究,以期对除虫菊大规模细胞培养生产除虫菊素时愈伤组织的获得奠定基础。

1 材料与方法

供试除虫菊种子采自西北农林科技大学无公害农药研究服务中心院内。将除虫菊种子用温水浸泡 24 h 后弃去漂浮的种子,将下沉种子用蒸馏水冲洗后用体积分数 75% 酒精表面消毒 30 s,无菌水冲洗 3 次,4% 次氯酸钠溶液消毒 30 min,经无菌水冲洗 5 次后接种于盛有 MS 无激素固体培养基上,23℃ 下暗培养至发芽,及时将发芽种子转移到 23℃ 光照培养 25~30 d,得到无菌苗。

表 1 基本培养基对愈伤组织诱导的影响

Table 1 Effects of different media on callus induction

基本培养基 Basic media	子叶 Cotyledon		真叶 Leaf		下胚轴 Hypocotyl		根 Root	
	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus
MS	93.33	++++	100.00	+++	93.33	+++	95.00	++
B5	63.38	+	75.00	++	82.47	+++	72.73	+++
H	33.33	+	36.67	+	65.22	+++	64.69	+++
1/2MS	32.45	++	61.40	++	72.36	+++	65.79	++
White	0.00	—	0.00	—	50.00	++	100.00	+++

注:“—”有抑制作用;“+”生长差;“++”生长一般;“+++”生长较好;“++++”生长最好。下表同。

Note: “—” is refer contained growth; “+” is refer worse growth; “++” is refer generally growth; “+++” is refer better growth; “++++” is refer the best growth. The same as below.

2.2 培养基 pH 值对除虫菊愈伤组织诱导的影响

由表 2 可知,不同 pH 值对除虫菊子叶和真

在无菌条件下将无菌苗切得到子叶、真叶、下胚轴、根 4 种外植体,子叶和真叶切成 0.5 cm × 0.5 cm 左右小块,下胚轴和根切成 0.7 cm 左右小段,接种在 MS, B5, H, White, 1/2MS (大量元素减半) 的 5 种培养基,用于不同基本培养基对不同外植体愈伤组织诱导的影响试验;接种在不同 pH 值添加 1.0 mg/L 2,4-D 和 0.5 mg/L KT 的 MS 培养基,用于不同 pH 值对不同外植体愈伤组织诱导的影响试验;接种于分别添加不同浓度的萘乙酸 (NAA)、2,4-二氯苯氧乙酸 (2,4-D)、(6-苄基氨基嘌呤)BA、激动素 (KT) 及其组合的 MS 培养基上,用于不同植物生长调节剂对不同外植体愈伤组织诱导的影响试验。

以上每个处理每瓶接外植体 3 个,每个处理接种 20 瓶。培养条件:培养室温度 (25±2)℃,光照时间 12 h/d,光照强度 1 000~1 500 lx,培养 25 d,统计诱导率。以上培养基加入蔗糖 30 g/L,用琼脂 7 g/L 固化,除不同 pH 值对不同外植体的影响试验外,灭菌前将 pH 调至 5.8。

2 结果与分析

2.1 基本培养基对除虫菊不同外植体愈伤组织诱导的影响

不同类型的基本培养基对不同外植体愈伤组织诱导和生长的影响有明显差异 (表 1),除以根为外植体外,高盐的 MS 培养基上外植体愈伤组织的诱导率和生长情况均优于其他培养基。White 培养基对根的愈伤组织的诱导率为 100%,且愈伤组织生长较好。

叶愈伤组织诱导率差异较大,对愈伤组织生长量差异也较明显,不论除虫菊的哪一部分作为外植

体,培养基 pH 值为 5.8 较为合适。其中以 pH 5.8 的愈伤组织块大小为 pH 4.8 的 2 倍以上,pH 6.8 时,由于培养基较硬,愈伤组织生长明显受到抑制作用。下胚轴和根为外植体时,不同 pH 值愈伤组织的诱导率均为 100%,但 pH 值为 4.8 时,由于培养基较软,部分材料已陷入到培养基中,导致生长量较低,随着 pH 值的升高,生长量逐渐增加,pH 值达 5.8 时生长量最大。当 pH 值由 6.3 增加到 6.8 时,随着培养基的变硬,生长量逐渐下降。

表 2 不同 pH 值对愈伤组织诱导的影响
Table 2 Effects of pH on callus induction and growth

培养基 pH 值 Medium pH	子叶 Cotyledon		真叶 Leaf		下胚轴 Hypocotyl		根 Root	
	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus
4.8	51.67	++	45.00	+	100.00	+	100.00	+
5.3	95.00	+++	75.00	++	100.00	++	100.00	++
5.8	100.00	++++	100.00	+++	100.00	+++	100.0	++
6.3	100.00	+++	81.67	++	100.00	++	100.00	++
6.8	96.67	++	41.67	+	100.00	+	100.00	+

2.3 生长素类对除虫菊愈伤组织诱导的影响
2.3.1 2,4-D 浓度的影响 培养 4 d 后,各处理外植体开始长出愈伤组织,10 d 时生长已很明显,25 d 各个处理和不同外植体的诱导率、生长情况已有明显差异(表 3)。2.0 mg/L 2,4-D 对子叶的诱导率较好,1.0 mg/L 2,4-D 适合下胚轴愈伤组织的诱导,0.5 mg/L 2,4-D 适合真叶愈伤组织的诱导。2,4-D 对根的诱导范围较宽 0.5~2.0 mg/L 均可达 100%。4.0 mg/L 2,4-D 对子叶、真叶、根有明显的抑制作用,外植体逐渐死亡,只有部分下胚轴和根可诱导出愈伤组织,但长势较差。未加植物生长调节剂的外植体逐渐变黄、枯死。

表 3 不同浓度 2,4-D 对愈伤组织诱导的影响
Table 3 Effects of 2,4-D on callus induction and growth

2,4-D 浓度 /(mg·L ⁻¹) 2,4-D Concentration	子叶 Cotyledon		真叶 Leaf		下胚轴 Hypocotyl		根 Root	
	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus
0	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—
0.5	46.67	+	66.67	++	63.33	+	100.00	+++
1.0	60.00	++	53.85	+++	92.31	+++	100.00	++
2.0	73.33	++	23.08	++	66.67	++	100.00	+
4.0	0.00	—	0.00	—	33.33	+	50.00	+

2.3.2 NAA 浓度的影响 不同浓度 NAA 对除虫菊不同外植体愈伤组织诱导情况差异较大(表 4),以 2.0 mg/L 的 NAA 对子叶愈伤组织的诱导率最高,1.0 mg/L NAA 适合真叶、下胚轴和根的愈伤组织诱导。高浓度的 4.0 mg/L NAA 仅能诱导下胚轴和根产生愈伤组织,使其他 2 种外植体死亡,而未加植物生长调节剂的外植体仍保持存活状态。比较表 3 与表 4 可以看出,NAA 诱导的愈伤组织的生长情况均不是很理想,2,4-D 对愈伤组织的诱导率及生长状况比 NAA 的好,且对不同外植体反应规律基本一致。

表 4 不同浓度 NAA 对愈伤组织诱导的影响
Table 4 Effects of NAA on callus induction and growth

NAA 浓度 /(mg·L ⁻¹) NAA Concentration	子叶 Cotyledon		真叶 Leaf		下胚轴 Hypocotyl		根 Root	
	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus
0	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—
0.5	26.67	+	35.56	+	40.00	+	100.00	++
1.0	29.03	++	51.61	++	61.90	++	100.00	+++
2.0	40.00	++	46.67	++	60.00	++	83.33	++
4.0*	38.33	+	43.33	+	53.33	+	65.00	+

注: * 25 d 统计时几乎为 0,表中为 40 d 的统计结果。下表同。
Note: The result nearly zero at 25, the result in the table is at 40. The same as below.

2.4 生长素类与细胞分裂素类配合使用对除虫菊愈伤组织诱导的影响

2.4.1 2,4-D 与 BA、KT 配合使用对愈伤组织诱导的影响 单独使用不同浓度的细胞分裂素 BA 和 KT 时,只有 BA 和 KT 的浓度为 0.5 mg/L 根能诱导出少量愈伤组织,其他 3 种外植体均没诱导出愈伤组织,外植体逐渐死亡。当细胞分裂素 BA 和 KT 的浓度为 0.5 mg/L 时,加入不同浓度的 2,4-D 对愈伤组织的诱导和生长情况见表 5,1.0~2.0 mg/L 2,4-D+0.5 mg/L BA,1.0

mg/L 2,4-D+0.5 mg/L KT 对子叶的诱导率最高且生长情况较好,愈伤组织质地疏松有光泽。1.0-2.0 mg/L 2,4-D+0.5 mg/L KT 对真叶愈伤组织的诱导最好,生长情况也较好。1.0 mg/L 2,4-D+0.5 mg/L BA,0.5~1.0 mg/L 2,4-D+0.5 mg/L KT 对下胚轴的诱导率可高达 100%,且愈伤组织长势也比较好。根的适应范围较宽,0.5 mg/L 2,4-D+0.5 mg/L BA 或 KT 不仅诱导率很高,而且诱导的愈伤组织生长情况较好。

表 5 2,4-D 与细胞分裂素的配合使用对除虫菊愈伤组织诱导的影响

Table 5 Effects of interaction of 2,4-D and BA, KT on the callus induction and growth

植物生长调节剂浓度 (mg·L ⁻¹) Phytohormones concentration	子叶 Cotyledon		真叶 Leaf		下胚轴 Hypocotyl		根 Root	
	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus
0.5 BA	0.00	—	0.00	—	0.00	—	71.76	+
0.5 2,4-D+0.5 BA	62.26	++	24.32	+	92.00	++	100.00	+++
1.0 2,4-D+0.5 BA	85.00	+++	33.33	++	100.00	+++	100.00	++
2.0 2,4-D+0.5 BA	96.67	+++	66.67	+++	100.00	++	100.00	+
4.0 2,4-D+0.5 BA	18.57	+	64.29	+	86.00	+	0.00	—
0.5 KT	0.00	—	0.00	—	0.00	—	82.35	++
0.5 2,4-D+0.5 KT	85.81	+++	85.00	+++	100.00	+++	100.00	+++
1.0 2,4-D+0.5 KT	100.00	++++	100.00	+++	100.00	+++	100.00	++
2.0 2,4-D+0.5 KT	65.32	++	100.00	+++	66.67	++	100.00	++
4.0 2,4-D+0.5 KT*	59.64	+	45.52	++	45.51	+	76.67	+

2.4.2 NAA 与 BA、KT 配合使用对除虫菊愈伤组织诱导的影响 在加入 0.5 mg/L BA 和 0.5 mg/L KT 后,不同浓度 NAA 对子叶和真叶的诱导率有小幅度增加,1.0 mg/L NAA +0.5 mg/L BA 或 KT 对下胚轴的诱导率则可达 100%,2.0 mg/L NAA +0.5 mg/L BA 和 0.5~2.0 mg/L NAA +0.5 mg/L BA 或 KT 对根的诱导率也可达到 100%。通过对 NAA、2,4-D 与 KT、BA 组

合的对比,在除虫菊愈伤组织诱导中 KT 的效果优于 BA。单独使用细胞分裂素时除根以外,不能诱导出愈伤组织,而与单独使用 2,4-D 相比,添加 BA 和 KT 这 2 种细胞分裂素后 4 种外植体在同样浓度的 2,4-D 下愈伤组织的诱导率生长情况均较好,可见愈伤组织诱导中植物生长调节剂的协同作用。

表 6 NAA 与 BA、KT 配合使用对愈伤组织诱导和生长的影响

Table 6 Effects of interaction of NAA and BA, KT on the callus induction and growth

植物生长调节剂浓度 (mg·L ⁻¹) Phytohormones concentration	子叶 Cotyledon		真叶 Leaf		下胚轴 Hypocotyl		根 Root	
	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus	诱导率/% Percentage of callus induction	生长情况 Growth status of the callus
0.5 BA	0.00	—	0.00	—	0.00	—	71.76	+
0.5 NAA +0.5 BA	23.08	++	46.15	+	25.00	++	100.00	+++
1.0 NAA +0.5 BA	44.14	++	63.64	++	100.00	+++	100.00	+++
2.0 NAA +0.5 BA	59.00	+++	49.27	++	64.00	++	100.00	++
4.0 NAA +0.5 BA	32.00	+	32.32	+	45.00	+	65.00	+
0.5 KT	0.00	—	0.00	—	0.00	—	82.35	++
0.5 NAA +0.5 KT	44.00	+++	36.67	++	100.00	++	100.00	+++
1.0 NAA +0.5 KT	45.55	++	45.00	++	85.71	+++	100.00	+++
2.0 NAA +0.5 KT	54.90	++	47.47	+++	45.00	++	100.00	+
4.0 NAA +0.5 KT*	66.67	++	40.00	+++	43.14	++	100.00	+

3 讨论

在诱导愈伤组织时常因植物的种类,外植体本身的生理状态等不同而选用不同的培养基类型。本试验中,各外植体除根以外以高盐的 MS 培养基诱导率高且诱导出的愈伤组织生长良好,而以高硝酸钾的 B₅ 次之,氮营养是植物细胞培养中最主要的因素之一^[7]。分析 MS 培养基中愈伤组织的诱导和生长状况都好于其他几种培养基的原因,各种培养基中大量元素的种类差异不大, H 培养基约为 MS 的一半,结果也不理想;但微量元素的种类 MS 和 B₅ 要多于其他培养基(1/2MS 除外),有机物质的种类 MS 和 B₅ 相同,但 B₅ 的浓度要高于 MS,推断高浓度的有机物质不适合除虫菊愈伤组织的诱导,而较高的无机盐和种类较全的微量元素却比较适合除虫菊愈伤组织的诱导。

一般来说,高生长素和低细胞分裂素有利于愈伤组织的诱导,且生长素类和细胞分裂素是愈伤组织的形成所必需的^[8]。本实验中,单独使用 2,4-D 和 NAA 两种生长素均可诱导愈伤组织。对两种生长素,除虫菊不同外植体的反应不同,根和下胚轴的诱导率要高于子叶和真叶,2,4-D 的效果要好于 NAA,但高浓度的 2,4-D 对愈伤组织的诱导有明显的抑制作用。另外,根在较宽的生长素范围内,甚至单独添加细胞分裂素时就可诱导出愈伤组织,这可能是因为除虫菊的根尖中合成了大量的生长素,根对生长素的耐受力也比较

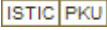
强,这一现象还需进一步探讨。

参考文献:

- [1] Hitmimi A, Barthomeuf C, Sallanon H. Cryopreservation of *Chrysanthemum cinerariaefolium* shoot tips effects of pre-treatment[J]. Conditions and Retention of Biosynthetic Capacity Cryoletter, 1999, 20: 109~120.
- [2] Hitmi A, Sallanon H, Barthomeuf C. Cryopreservation of *Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis. cells and incidence on their pyrethrin biosynthesis ability[J]. Plant Cell Rep., 1997, 17: 60~64.
- [3] Zong-Mao C, Yun-Hao W. Chromatographic methods for the determination of pyrethrin and pyrethroid pesticide residues in crops, foods and environmental samples[J]. Chromatogr. A., 1996, 754: 367~395.
- [4] Adnane Hitmi, Alain Coudret, Chantal Barthomeuf. The Production of Pyrethrins by Plant Cell and Tissue Cultures of *Chrysanthemum cinerariaefolium* and *Tagetes* Species [J]. Critical Reviews in Plant Sciences, 2000, 19(1): 69~89.
- [5] Fouler M W, Stepan-Sarkissian G. Plant cell culture-future perspective[A]. In: Neumann KH, Barz Wand Reinhara E eds. Primary and secondary tabolism [C]. Heidelberg: Sprriager-verlag, 1985. 66~73.
- [6] Stockigt J, Obitz P, Falkenhagen H, *et al.* Natural products and enzymts from plant cell cultures[J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 1995, 43: 97~109.
- [7] 成 浩, 王玉书, 杨素娟, 等. 大量元素对茶愈伤组织生长及其儿茶素积累的影响[J]. 茶叶科学, 1994, 14(1): 31~36.
- [8] 黄学林, 李筱菊. 高等植物组织离体培养的形态建成及其调控[M]. 北京: 科学出版社, 1995. 30~32.

作者: [李琰](#), [冯俊涛](#), [易晓华](#), [马泽旭](#), [郭小虎](#), [张兴](#), [LI Yan](#), [FENG Jun-tao](#), [YI Xiao-hua](#), [MA Ze-xu](#), [GUO Xiao-hu](#), [ZHANG Xing](#)

作者单位: [李琰, LI Yan \(西北农林科技大学无公害农药研究服务中心/陕西省生物农药工程技术研究中心, 陕西杨凌, 712100; 西北农林科技大学生命科学学院, 陕西杨凌, 712100\)](#), [冯俊涛, 易晓华, 张兴, FENG Jun-tao, YI Xiao-hua, ZHANG Xing \(西北农林科技大学无公害农药研究服务中心/陕西省生物农药工程技术研究中心, 陕西杨凌, 712100\)](#), [马泽旭, 郭小虎, MA Ze-xu, GUO Xiao-hu \(西北农林科技大学生命科学学院, 陕西杨凌, 712100\)](#)

刊名: [西北农业学报](#) 

英文刊名: [ACTA AGRICULTURAE BOREALI-OccIDENTALIS SINICA](#)

年, 卷(期): 2007, 16(6)

被引用次数: 4次

参考文献(8条)

- [1.Hitmmi A;Barthomeuf C;Sallanon H Cryopreservaion of Chrysanthemum.cinerariaefoium shoot tips effects of pretreatment 1999](#)
- [2.Hitmi A;Sallanon H;Barthomeuf C Cryopreservation of Chrysanthemum cinerariaefolium Vis.cells and incidence on their pyrethrin biosynthesis ability 1997](#)
- [3.Zong-Mao C;Yun-Hao W Chromatographic methods for the determination of pyrethrin and pyrethroid pesticide residues in crops,foods and environmental samples 1996](#)
- [4.Hitmi A.;Barthomeuf C.;Coudret A. The production of pyrethrins by plant cell and tissue cultures of Chrysanthemum cinerariaefolium and Tagetes species \[Review\]\[外文期刊\] 2000\(1\)](#)
- [5.Fouler M W;Stepan-Sarkissian G Plant cell culture-fature perspective 1985](#)
- [6.Stockigt J;Obitz P;Falkenhagen H Natural products and enzymts from plant cell cultures 1995](#)
- [7.成浩 大量元素对茶愈伤组织生长及儿茶素累积的影响\[期刊论文\]-茶叶科学 1994\(1\)](#)
- [8.黄学林;李筱菊 高等植物组织离体培养的形态建成及其调控 1995](#)

本文读者也读过(10条)

- [1.程暄生.赵平.于涌.CHENG Xuan-Sheng.ZHAO Ping.YU Yong 天然除虫菊\[期刊论文\]-农药2005, 44\(9\)](#)
- [2.王平华.李顺林.谢庆华.吴文伟.张丽芳.辜建平 高含量除虫菊素品种—云除1号的研究\[期刊论文\]-西南农业大学学报\(自然科学版\)2004, 26\(5\)](#)
- [3.樊青峰.李国怀.浦艳吉.姚延兴.FAN Qing-feng.LI Guo-huai.PU Yan-ji.YAO Yan-xing 中国李Nubiana离体叶片愈伤组织诱导的研究\[期刊论文\]-华中农业大学学报\(自然科学版\)2007, 26\(5\)](#)
- [4.云岚.云锦凤.李俊琴 新麦草幼穗愈伤组织诱导影响因素研究\[期刊论文\]-安徽农业科学2008, 36\(2\)](#)
- [5.董建新.马志卿.李广泽.张兴 除虫菊愈伤组织的诱导和继代\[期刊论文\]-西北农林科技大学学报\(自然科学版\)2004, 32\(3\)](#)
- [6.柴燕文.马晖玲.谢小冬.刘永财.CHAI Yan-wen.MA Hui-ling.XIE Xiao-dong.LIU Yong-cai 应用正交设计优化紫花苜蓿愈伤组织诱导的激素配比\[期刊论文\]-草原与草坪2008\(5\)](#)
- [7.吴智鹏.冯俊涛.马志卿.张兴.WU Zhi-peng.FENG Jun-tao.MA Zhi-qing.ZHANG Xing 除虫菊细胞悬浮体系营养条件优化研究\[期刊论文\]-西北农业学报2006, 15\(4\)](#)
- [8.任彦荣.REN Yan-rong 除虫菊组织培养的研究\[期刊论文\]-甘肃联合大学学报\(自然科学版\)2009, 23\(4\)](#)
- [9.李小六.陈超.李艳梅.石洪凌.王红美 除虫菊细胞的悬浮培养\[期刊论文\]-植物生理学通讯2005, 41\(1\)](#)
- [10.易晓华.Yi Xiaohua 除虫菊内生拟盘多毛孢Y1菌株发酵产物抑菌活性初步研究\[期刊论文\]-中国农学通报2009, 25\(24\)](#)

引证文献(4条)

1. [刘艳, 李会珍, 张志军](#) [紫苏愈伤组织诱导及继代培养条件优化](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2013(10)
2. [李群, 温鹏飞, 雷嘉敏, 崔蕾, 李琰, 张兴](#) [培养基及培养条件对除虫菊细胞生长的影响](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2014(11)
3. [黄艳](#) [扇子花品种 ‘Dream White’ 和 ‘Pink Ribbon’ 快繁体系的建立](#)[学位论文]硕士 2009
4. [陈鹏彦](#) [朝鲜野菊再生系统建立的研究](#)[学位论文]硕士 2010

引用本文格式: [李琰](#). [冯俊涛](#). [易晓华](#). [马泽旭](#). [郭小虎](#). [张兴](#). [LI Yan](#). [FENG Jun-tao](#). [YI Xiao-hua](#). [MA Ze-xu](#). [GUO Xiao-hu](#). [ZHANG Xing](#) [除虫菊愈伤组织诱导研究](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2007(6)