

植物外源激素对丹参生长和丹参酮类物质积累的影响

孙玉新¹, 郭亚勤², 吴慧贞¹, 刘德辉^{1*}

(1. 南京农业大学资源与环境科学学院, 江苏 南京 210095; 2. 安徽工程科技学院, 安徽 芜湖 241000)

摘要:目的 研究植物外源激素赤霉素(GA₃)和吲哚乙酸(IAA)对丹参生长和丹参酮类物质积累的影响。方法 采用温室石英砂盆栽试验与室内分析相结合的方法。结果 单独施用 GA₃ 有利于丹参地上部分生物量的增加, 但对地下部分生物量表现一定抑制作用; 施用低浓度和高浓度 GA₃ 均有利于 3 种丹参酮(隐丹参酮、丹参酮 I、丹参酮 II_A) 的累积, 施用中等浓度 GA₃ 则不利于 3 种丹参酮的累积。单独施用 IAA 对丹参地上部分和地下部分生物量的影响呈现先升后降趋势, 但统计学差异不显著, 且对株高、根长的影响亦不显著; 总体来看, 施用低质量浓度 IAA(0.5 mg/L) 有利于丹参根中 3 种丹参酮的累积, 但随着 IAA 处理浓度增加, 仅隐丹参酮量有所增加, 而丹参酮 I 和丹参酮 II_A 量反而下降。两种激素配施时, 低浓度 GA₃ 与低浓度 IAA 组合处理对丹参的生长表现出显著促进作用, 并能显著提高丹参根中 3 种丹参酮的量。结论 施用适量的植物外源激素 GA₃ 和 IAA 能够促进丹参的生长和丹参根中 3 种丹参酮类物质的积累。

关键词: 丹参; 赤霉素; 吲哚乙酸; 丹参酮类物质

中图分类号: R284.1

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2010)05-0813-06

Effects of exogenous hormones on growth and tanshinones accumulation in radix of *Salvia miltiorrhiza*

SUN Yuxin¹, GUO Yaqin², WU Huizhen¹, LIU Dehui¹

(1. College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;

2. Anhui College of Engineering Science and Technology, Wuhu 241000, China)

Abstract: Objective To study the effects of exogenous hormones, gibberellin (GA₃) and indole-3-acetic acid (IAA), on growth and tanshinones accumulation in the radix of *Salvia miltiorrhiza*. **Methods** The herb characters and contents of tanshinones (cryptotanshinone, tanshinone I, and tanshinone II_A) in the radix of *S. miltiorrhiza* with different hormone treatments were investigated and compared in the combination of trail pot and indoor analysis. **Results** It promoted aboveground biomass in the radix of *S. miltiorrhiza* increasing with single GA₃. But it inhibited underground biomass increasing. The exogenous addition of low-level and high level GA₃ was benefit for tanshinones accumulation, whereas the middle-level GA₃ wasn't. The aboveground and underground biomass in the radix of *S. miltiorrhiza* increased indistinctively with the increasing of IAA concentration and then decreased. And the IAA solutions also increased plant height and root length indistinctively. In a whole, it was benefit for tanshinones accumulation when applying low-level IAA (0.5 mg/L) singly. With the increasing of IAA concentration, the content of cryptotanshinone increased, but the contents of tanshinone I and tanshinone II_A decreased. It promoted *S. miltiorrhiza* radix growth and three tanshinones contents increasing obviously with the combined application of two low-level hormones. **Conclusion** The applying of GA₃ and IAA is benefit for the growth and three tanshinones accumulation in the radix of *S. miltiorrhiza*.

Key words: the radix of *Salvia miltiorrhiza* Bunge; gibberellins (GA₃); indole-3-acetic acid (IAA); tanshinones

丹参 *Salvia miltiorrhiza* Bunge, 是一种多年生常用活血化瘀的根类中药材^[1], 且是活血化瘀的

首选之品^[2], 具有活血祛瘀、调经止痛、清热安神等功效。近年来随着人们应用丹参药物及其所含药用

①收稿日期: 2009-08-31

基金项目: 国家科技支撑计划“有效恢复中药材生产产地条件与土壤微生态环境修复技术研究”项目(2006BAI09B03)

作者简介: 孙玉新(1984-), 女, 山东济南人, 硕士研究生, 主要从事中药材栽培理论与技术研究。E-mail: 2007103096@njau.edu.cn

* 通讯作者 刘德辉 T el: (025) 84395838 E-mail: liudehui@njau.edu.cn

成分进行防病、治病日趋增多,对丹参药材的需求量也随之加大。现在已形成了大规模的人工栽培。但部分药农偏施化肥,使得丹参枝繁叶茂,根部产量却不高,丹参酮类有效成分亦偏低。对丹参研究目前有药理活性成分^[3]及成分测定等方面^[4]。植物激素是一类由人工合成且具有植物激素活性的调节植物生长与发育的有机物质^[5],有关植物激素的研究一直十分活跃,应用于中药研究很多方面^[6-8],国内外一些研究表明外源激素在农作物上的推广应用已产生了巨大的经济效益和社会效益^[9]。赤霉素(GA₃)对芽菜(如香椿芽菜、芥麦芽苗、萝卜芽菜和胡萝卜芽苗)有增产作用^[10-13]。蔡葛平^[14]通过盆栽试验的研究表明赤霉素能促进植物地上部分光合作用产物的利用率,使糖类成分代谢加快,并快速转化为木质素等细胞结构物质。Yamamoto^[15]研究发现,在怀特培养基中添加 1×10^{-7} mol/L 吲哚乙酸使得黄芩苷和汉黄芩素 7-O-葡萄糖苷酸的量分别增加了 9.07% 和 6.33%。GA₃ 和 IAA 均广泛应用于农作物栽培和提高作物产量,但在栽培丹参中的应用研究,尤其是对丹参产量和品质方面的研究甚少。因此,探讨植物外源激素对丹参的调节作用和改善植株生长发育中的代谢活动,从而改善其内在品质具有重要的理论意义和应用价值。

1 材料与方法

1.1 材料:丹参种苗由山东省临朐县丹参种植基地提供。经江苏省中国科学院植物研究所姚淦研究员(原标本馆负责人)鉴定为唇形科鼠尾草属的多年生草本植物丹参 *Salvia miltiorrhiza* Bunge。供试激素赤霉素和吲哚乙酸均为化学药品,由上海惠兴生化试剂有限公司生产。

1.2 方法:试验在南京农业大学温室中进行,采用温室砂培方法。选用高 22 cm,直径 10 cm 的塑料瓶,瓶底配托盘,每瓶装入 1.5 kg 石英砂(试验用石英砂用稀盐酸浸泡后洗净,晾干),并用遮光布包裹全瓶。于 2006 年 5 月 8 日选择长势一致的丹参苗栽种,每瓶定植一株。试验处理如下:不施激素处理(CK)、GA₃(50 mg/L)、GA₃(150 mg/L)、GA₃(300 mg/L);IAA(0.5 mg/L)、IAA(2 mg/L)、IAA(10 mg/L);GA₃(50 mg/L)+IAA(0.5 mg/L)、GA₃(150 mg/L)+IAA(2 mg/L)。9 个处理均重复 5 次,共计 45 盆。生长期,根据丹参生长需要和外部环境条件定期浇灌霍格兰营养液或水。于 2006 年 6 月 22 日进行激素浇灌处理:各处理所用激素先用少量无水乙醇溶解,然后用蒸馏水配成一定浓度

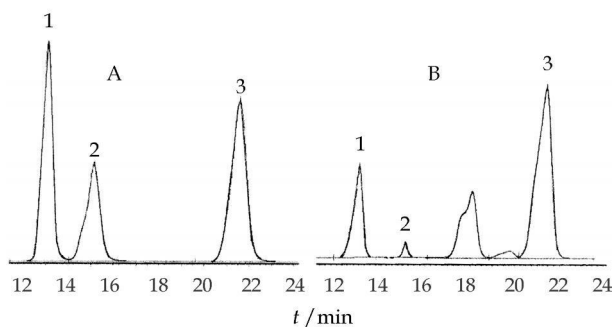
的母液,再用蒸馏水稀释至各处理所需浓度,分别缓慢浇灌丹参,浇灌至托盘中渗出滤液为止(约 80 mL 浇灌液),每个处理均只浇灌一次,丹参于 2006 年 11 月 2 日采收。植物样品采集后,于 90 °C 杀青 30 min,50 °C 烘干,粉碎过 0.5 mm 筛,用封口袋避光保存备用。

1.3 生物学指标:测定株高、根长、地上和地下部分的生物量。

1.4 丹参根的丹参酮 II_A、丹参酮 I 和隐丹参酮的测定

1.4.1 样品的制备:取风干样品 0.075 g 于具塞试管中,加入二氯甲烷与甲醇的混合溶液(8:2) 10 mL,超声震荡 30 min,1 000 r/min 离心 10 min,吸取上清液过 0.45 μm 的微孔滤膜,避光保存,上高效液相色谱测定^[16]。

1.4.2 液相色谱条件:隐丹参酮(cryptotanshinone)、丹参酮 I(tanshinone I)、丹参酮 II_A(tanshinone II_A)的标准样品购自中国药品生物制品检定所;色谱纯甲醇,水为超纯水。高效液相色谱仪(日本岛津公司,LC-20A 泵,SPD-20AT 紫外检测器);Nucleosil C₁₈ 色谱柱(250 mm × 4.6 mm, 5 μm)。流动相为甲醇水(85:15),体积流量为 1.0 mL/min,检测波长为 270 nm,进样体积 20 μL。隐丹参酮、丹参酮 I、丹参酮 II_A 的出峰时间分别为 10、12、16 min,色谱图见图 1。



1-隐丹参酮 2丹参酮I 3丹参酮II_A
1 cryptotanshinone 2 tanshinone I 3 tanshinone II_A

图 1 对照品(A)及丹参样品(B)的 HPLC 图

Fig. 1 HPLC Chromatograms of reference substances (A) and radix of *S. miltiorrhiza* (B)

2 结果与分析

2.1 不同种类激素、不同浓度激素配比对丹参生物学性状的影响

2.1.1 不同浓度的 GA₃ 和 IAA 及其不同浓度配施对丹参地上部分生物量的影响:不同浓度的 GA₃ 和 IAA 及其不同浓度配施对丹参地上部分生物量

的影响见表 1。从表 1 可知,除 IAA 高浓度处理(吲哚乙酸 10 mg/L)外,其余各处理的丹参地上部分生物量均较 CK 有不同程度的增加,表明单施一定浓度的 GA₃ 和 IAA 及其一定浓度混配施用均促进了丹参茎叶的生长,这和 GA₃ 与 IAA 混配施用可以促进烟草细胞分裂的研究结果基本一致^[17]。激素单施时,中等浓度的 GA₃(赤霉素 150 mg/L)和中等浓度的 IAA(吲哚乙酸 2 mg/L)对丹参地上部分生长的促进作用最好,且中等浓度的 GA₃(赤霉素 150 mg/L)处理与 CK 之间差异显著;GA₃ 是一类

属于双萜类化合物的高效能植物生长激素^[18],它能显著地促进植物茎、叶生长,特别是对遗传型和生理型的矮生植物有明显的促进作用。这也可能是单独施用 GA₃ 有利于丹参地上部分生物量增加的原因。两种激素配施时,低水平配施(GA₃ 50 mg/L+ IAA 0.5 mg/L)的效果优于中水平配施(GA₃ 150 mg/L+ IAA 2 mg/L)的效果(增加 31.06%),两种激素低水平配施亦优于其他大部分单施处理的效果(分别增加 19.41%、24.92%、44.41%、23.03%、61.37%,仅中等浓度的 GA₃ 处理(150 mg/L)例外。

表 1 不同种类激素、不同浓度激素配比对丹参生物学性状的影响

Table 1 Effects of various hormones at different concentration on biological characteristics in radix of *S. miltiorrhiza*

激素处理/(mg·L ⁻¹)	地上干质量/g	地下干质量/%	根冠比	株高/cm	根长/cm
对照(CK)	4.118±1.475 b	7.668±1.825 a	2.048±0.833 ab	34.86±12.64 b	22.61±2.76 a
GA ₃ 50	5.038±1.033 b	6.666±1.865 ab	1.372±0.446 b	41.10±10.35 ab	34.80±4.80 a
GA ₃ 150	7.066±1.341 a	6.448±1.150 ab	0.858±0.241 b	52.54±11.62 a	25.44±2.78 a
GA ₃ 300	4.816±0.255 b	4.738±1.312 b	0.976±0.238 b	47.14±10.84 ab	25.24±2.70 a
IAA 0.5	4.166±1.103 b	6.938±1.364 ab	1.758±0.519 ab	38.64±12.08 ab	23.46±3.84 a
IAA 2	4.890±1.860 b	8.018±2.446 a	1.836±0.777 ab	44.46±15.83 ab	26.54±7.49 a
IAA 10	3.728±1.509 b	7.458±1.478 a	2.270±0.839 a	35.04±13.84 b	25.18±4.55 a
GA ₃ 50+ IAA0.5	6.016±1.224 ab	8.136±2.388 a	1.448±0.618 b	35.02±12.31 b	26.72±4.01 a
GA ₃ 150+ IAA2	4.590±1.492 b	4.584±1.459 b	1.046±0.365 b	49.74±19.01 ab	26.44±2.51 a

表中同一列中的不同字母表示 Duncan's 试验 5% 水平差异显著,下同

Different letters mean a significant difference at 5% level at Duncan's test, following table is same

2.1.2 不同浓度的 GA₃ 和 IAA 及其不同浓度配施对丹参地下生物量的影响:由表 1 可以看出,与 CK 比较,只有单施中等浓度的 IAA 处理(吲哚乙酸)和两种低水平激素配施处理(GA₃50 mg/L+ IAA 0.5 mg/L)对丹参地下部分生物量呈现正效应(分别为 4.56% 和 6.10%),且差异未达显著水平,其余激素单施和配施处理均对丹参地下部分生物量呈现负效应,总体看来,两种激素均对丹参地下部分生物量累积不利。苑博华等^[19]指出,IAA 能够促进植物叶片的扩大、茎的伸长、不定根以及侧根的形成,但对块根的形成有抑制作用,本试验结果与此基本相符;对于 GA₃ 而言,其对丹参根的抑制作用随其浓度的升高而增强。结合 GA₃ 对地上部分生物量的效应可以看出,GA₃ 主要刺激丹参地上部分的分枝和叶的生长,而不利于丹参根生物量的累积。蔡葛平等^[14]的研究结果表明,对黄芩幼苗叶面喷施 GA₃ 可使黄芩地上部分生物量增加,并能增加黄芩的株高,但地下部分生物量则降低,这与本实验在丹参上浇灌 GA₃ 得到的结果相似。

2.1.3 GA₃ 和 IAA 对丹参根冠比的影响:外源激素 GA₃ 对丹参地上部分生物量的积累有一定促进作用,而对地下部分生物量的积累则显示一定抑制作用。除 IAA 高质量浓度处理(吲哚乙酸 10 mg/L)

外,其余各激素单施或配施处理的丹参根冠比均低于对照。

2.1.4 GA₃ 和 IAA 对丹参株高和根长的影响:各激素处理丹参的株高均高于 CK(34.86 cm),增高 0.16~17.68 cm,增高幅度为 0.46%~50.72%,其中 GA₃ 150 mg/L 处理的丹参株高最高(52.54 cm),与 CK 处理达到显著差异。另一方面,IAA 10 mg/L 处理的丹参株高(35.04 cm)和 GA₃ 50 mg/L+ IAA 0.5 mg/L 处理的丹参株高(35.02 cm)与 CK 差异不大,说明激素对丹参株高的影响除与激素种类有关外(本实验条件下 GA₃ 优于 IAA),还与施用激素的浓度有关(本实验条件下中等浓度的 GA₃ 较佳)。盛束军等^[20]研究认为 GA₃ 的“促长”效应主要通过益母草叶片、叶柄细胞的伸长生长而实现,GA₃ 对益母草的生长,尤其对株高的促进作用较其他处理显著。

两种激素对丹参根长的影响较小,不同浓度的 GA₃ 和 IAA 及其不同浓度配施各处理的丹参根长与 CK 均无显著差异。一定浓度的外源激素能促进丹参地上部分和根的伸长,IAA 能够促进植物不定根、侧根的形成,但对块根的形成有抑制作用^[18]。结合丹参生物量数据考虑,可以推测,GA₃、IAA 对丹参根系的抑制作用主要表现在其抑制根系膨大

面,即抑制丹参根茎的增粗上,而不是分根数的增加。

2.2 不同种类激素、不同浓度激素配比对丹参根中 3 种丹参酮量的影响:两种激素不同浓度处理丹参根 3 种丹参酮的量见表 2。首先,从 3 种丹参酮量的总量来看,与 CK 相比,除 GA₃ 150 mg/L 和 GA₃ 150 mg/L + IAA 2 mg/L 两处理外,其余各激素处理的丹参根中 3 种丹参酮的总量均有所增加,增幅为 25.35%~

103.03%。其中 GA₃ 低质量浓度+ IAA 低质量浓度 (GA₃ 50 mg/L+ IAA 0.5 mg/L) 处理和 GA₃ 低质量浓度(50 mg/L) 处理的丹参根中 3 种丹参酮的总量增幅最大。表明在一定浓度范围内施用 GA₃ 和 IAA 有利于丹参酮类物质的累积,且低浓度的 GA₃ 单施或与低浓度的 IAA 混施的促进效果最佳。袁媛等^[21] 的研究也表明,GA₃ 可以促进丹参毛状根中丹参酮类活性物质的积累。

表 2 不同种类激素、不同浓度激素对丹参中 3 种丹参酮量的影响

Table 2 Effects of various hormones at different concentration on contents of cryptotanshinone, tanshinone I, and tanshinone II_A in radix of *S. miltiorrhiza*

激素处理/(mg·L ⁻¹)	隐丹参酮/(mg·g ⁻¹)	丹参酮 I/(mg·g ⁻¹)	丹参酮 II _A (mg·g ⁻¹)	3 种丹参酮总量/(mg·g ⁻¹)
对照(CK)	0.943±0.342 c	0.193±0.041 bc	1.436±0.272 b	2.572
GA ₃ 50	2.954±0.190 a	0.278±0.067 ab	1.976±0.700 ab	5.208
GA ₃ 150	0.915±0.257 c	0.138±0.020 c	0.807±0.095 c	1.860
GA ₃ 300	1.607±0.094 b	0.343±0.094 ab	1.977±0.440 ab	3.927
IAA 0.5	1.232±0.596 bc	0.349±0.089 a	1.830±0.451 ab	3.411
IAA 2	1.395±0.184 bc	0.267±0.050 ab	1.583±0.507 ab	3.245
IAA 10	1.666±0.493 b	0.244±0.012 b	1.562±0.464 ab	3.472
GA ₃ 50+ IAA0.5	2.462±0.647 a	0.351±0.039 a	2.409±0.276 a	5.222
GA ₃ 150+ IAA2	1.200±0.258 bc	0.154±0.042 bc	0.717±0.277 c	2.071

从隐丹参酮的量来看,GA₃(50 mg/L)、GA₃(300 mg/L)、IAA(10 mg/L)和 GA₃(50 mg/L)+ IAA0.5 mg/L 4 个处理隐丹参酮量显著高于 CK,其中 GA₃ 50 mg/L、GA₃ 50 mg/L+ IAA 0.5 mg/L 的隐丹参酮量居前两位,其量分别为对照的 3.13 倍和 2.61 倍。在单施 GA₃ 的处理中,GA₃ 50 mg/L 和 GA₃ 300 mg/L 处理丹参根的隐丹参酮量较对照显著增加,而 GA₃ 150 mg/L 处理丹参根的隐丹参酮量较对照稍有降低,这说明低浓度和高浓度的 GA₃ 有利于丹参根中隐丹参酮的积累,而中等浓度的 GA₃ 则不利于丹参根中隐丹参酮的积累。在单施 IAA 的 3 个处理中,丹参根中隐丹参酮的量随着 IAA 浓度的增加而增加,但 3 者之间差异未达显著水平。以两种激素低、中浓度配施的两处理,与对照相比,低浓度配施处理的丹参根中隐丹参酮的量显著高于中浓度配施处理,两者之间达到显著水平,且前者高出后者 105.2%。总的看,低浓度和高浓度的 GA₃ 处理、高浓度的 IAA 处理以及两者低浓度配施处理均对丹参根隐丹参酮量产生显著正效应,但在本试验条件下,两者配施并不表现叠加效应。

从丹参酮 I 的量来看,与对照相比,除 GA₃ 150 mg/L 和 GA₃ 150 mg/L+ IAA 2 mg/L 处理的丹参酮 I 量略有下降外,其余处理的丹参酮 I 量均有所增加,并且 IAA 0.5 mg/L 和 GA₃ 50 mg/L+ IAA 0.5 mg/L 两处理的增加值达到显著水平。在单施 GA₃ 的 3 个处理中,GA₃ 50 mg/L 和 GA₃ 300 mg/L

处理丹参酮 I 的量较对照显著增加,而 GA₃ 150 mg/L 处理丹参根的丹参酮 I 量较对照有较大幅度降低,这说明低浓度和高浓度的 GA₃ 有利于丹参酮 I 的积累,而中等浓度的 GA₃ 则不利于丹参根中丹参酮 I 的积累;GA₃ 对丹参酮 I 的效应与对隐丹参酮的效应基本相同。在单施 IAA 的处理中,IAA 对丹参酮 I 的效应不同于对隐丹参酮的效应,丹参中丹参酮 I 的量随着 IAA 浓度的增加而减少,且 IAA 10 mg/L 处理的丹参酮 I 的量显著低于 IAA 0.5 mg/L 处理。两种激素低、中浓度配施的两处理,与对照相比,低浓度配施处理的丹参根中丹参酮 I 的量显著高于中浓度配施处理,两者之间达显著水平,且前者高出后者 127.9%。此外,低浓度配施处理的丹参酮 I 量亦高于两种激素不同浓度的单施处理。这表明低浓度的 IAA 和低浓度 GA₃ 配施十分有利于丹参酮 I 的积累,且两种激素低浓度配施时表现出一定程度的叠加效应。

从丹参酮 II_A 的量来看,与对照相比,除 GA₃ (150 mg/L) 和 GA₃ (150 mg/L)+ IAA (2 mg/L) 处理的丹参酮 II_A 量显著下降(分别下降 43.80% 和 50.07%) 外,其余处理的丹参酮 II_A 量均有所增加,并且两激素低水平配施处理的丹参酮 II_A 量的增加达到显著水平。单施 GA₃ 处理中,50 mg/L 和 300 mg/L 处理的丹参酮 II_A 量较 GA₃ 150 mg/L 和对照高,这说明浇灌低浓度和高浓度的赤霉素有利于丹参酮 II_A 的积累;单施 IAA 的处理,随着 IAA 浓

度的增加,丹参酮 II_A 量呈降低趋势,但差异不显著;配施处理中,低浓度配施处理的丹参酮 II_A 量显著高于高浓度配施处理,且高于两激素各浓度单施处理。可见,GA₃ 处理对丹参酮 II_A 量有显著影响,而 IAA 影响不显著,两激素低浓度配施能够显著提高丹参酮 II_A 的量,且表现出一定的叠加效应。

从以上分析可知,两种激素不同浓度单施或混施对丹参根 3 种丹参酮的影响而言,GA₃ 对它们的影响基本一致,都是低浓度(50 mg/L)和高浓度(300 mg/L)对 3 种丹参酮的积累显示促进作用,中等浓度 GA₃(150 mg/L)表现出一定的抑制效应;IAA 对隐丹参酮的影响表现为随 IAA 浓度的增加而增大,而对丹参酮 I 和丹参酮 II_A 的影响则表现为随 IAA 浓度的增加而减少。

据前期研究^[22],丹参根中的丹参酮是二萜醌类物质,其合成前体很可能是酚类物质,丹参酮类物质的生成很可能是在丹参中多酚氧化酶、过氧化物酶的作用下完成的。根系的形成与许多内外因素有关,尤其是植物激素。生长素在促进不定根和侧根生长过程中起着关键的作用,但生长素调控根生长发育的作用机制目前还不十分清楚^[23]。袁媛等^[21]的研究表明外源 GA₃ 可以促进丹参毛状根中丹参酮 II_A 等化合物的积累,推测 GA₃ 可以作为一种有效的丹参酮类活性成分的诱导因子。然而各种激素调节植物生命过程不是单一的,而是形成相互交织

的网,单守明^[24]的试验表明秋季叶面喷施 IAA、GA₃ 和 6-BA 显著增加草莓植株各器官的干质量,提高了草莓植株的根冠比,说明它们在提高 Pn 的同时,也促进了同化物向根、茎中的分配,从而促进了茎加粗和根系生长。关于 GA₃ 和 IAA 促进丹参生长和有效成分累积的作用机制有待进一步研究。

2.3 不同种类激素、不同浓度激素对比对整株丹参根中 3 种丹参酮总量的影响:两种激素不同浓度对比对单株丹参中各种丹参酮及 3 种丹参酮总量的影响见表 3。从 3 种丹参酮的总量来看,GA₃ 中、高浓度水平单施处理和两激素中水平配施处理不利于 3 种丹参酮的积累,而其余处理 3 种丹参酮总量均有不同程度的提高,其中以两激素低水平配施处理的丹参中 3 种丹参酮总量增幅最大,达到 115.67%。IAA 3 浓度单施的处理随着浓度的增加,3 种丹参酮总量依次呈小幅增加,而 GA₃ 3 个浓度单施处理的 3 种丹参酮总量的差异很大,GA₃ 150 mg/L 处理的 3 种丹参酮总量比对照大幅增加(76.03%),而 GA₃ 150 mg/L 处理则比对照大幅降低(39.19%),GA₃ 300 mg/L 处理比对照小幅减少(5.66%);两激素中水平配施处理不论对各种丹参酮的累积影响还是对 3 种丹参酮总量的影响都表现出强烈的抑制效应,反之,两激素低水平配施处理无论对单株丹参中 3 种丹参酮的生成或者 3 种丹参酮总量都表现最佳。

表 3 不同种类激素、不同浓度激素对比对整株丹参中 3 种丹参酮总量的影响

Table 3 Effects of various hormones at different concentration on contents of cryptotanshinone, tanshinone I, and tanshinone II_A in radix of *S. miltiorrhiza*

处理/(mg·L ⁻¹)	隐丹参酮/(mg·株 ⁻¹)	丹参酮 I/(mg·株 ⁻¹)	丹参酮 II _A /(mg·株 ⁻¹)	3 种丹参酮总量/(mg·株 ⁻¹)
对照(CK)	7.231	1.480	11.011	19.722
GA ₃ 50	19.691	1.853	13.172	34.716
GA ₃ 150	5.900	0.890	5.204	11.994
GA ₃ 300	7.614	1.625	9.367	18.606
IAA 0.5	8.548	2.421	12.696	23.665
IAA 2	11.185	2.141	12.524	25.850
IAA 10	12.425	1.820	11.806	26.051
GA ₃ 50+ IAA 0.5	20.031	2.856	19.560	42.537
GA ₃ 150+ IAA 2	5.458	0.700	3.261	9.419

参考文献:

[1] 国家中医药管理局 中华本草 [M]. 上海:上海科学技术出版社, 1998

[2] 刘德茂, 史德胜. 双丹口服液中丹酚酸 B 和丹参素的稳定性研究 [J]. 现代药物与临床, 2009, 24(2): 102-104

[3] 陈 磊, 陆 茵, 郑仕中. 丹参药理活性成分的整合效应 [J]. 中草药, 2009, 40(3): 476-479

[4] 闫豫君, 杨广德, 贺浪冲. RP-HPLC 法同时测定丹参中丹参酮 II_A 和隐丹参酮的含量 [J]. 中草药, 2002, 33(4): 363-365

[5] 潘瑞焱, 董愚得. 植物生理学 [M]. 北京:高等教育出版社, 1995

[6] 宋运贤, 石晶莹, 薛建平. 大量元素和植物生长物质对怀牛膝愈伤组织生长及多糖量的影响 [J]. 中草药, 2009, 40(1): 135-137

[7] 王 平, 王海霞, 马英姿, 等. 蛻壳花椒叶片不定芽诱导与内源激素的变化规律 [J]. 中草药, 2008, 39(9): 1400-1403

[8] 徐红梅, 赵东利. 植物生长调节剂对多花黄精芽体外发生过程中性状的影响 [J]. 中草药, 2003, 34(9): 855-858

[9] 陶龙兴, 王 熹, 黄效林, 等. 植物生长调节剂在农业中的应用及发展趋势 [J]. 浙江农业学报, 2001, 13(5): 322-326

[10] 康 冰, 陈彦生, 张小红. GA₃、6-BA、IAA 对香椿种子发芽及育苗生长的影响(简报) [J]. 植物生理学通讯, 2001(5): 399-400

[11] 梁建光, 蒋小满, 柏新富. 营养液和赤霉素对芽苗菜生长的影响 [J]. 烟台师范学院学报:自然科学版, 2003(4): 271-273

- [12] 饶贵珍. 不同浓度 GA₃、6 BA 对萝卜芽苗菜生长及产量的影响 [J]. 种子科技, 2002(4): 220-222
- [13] 姜润田, 吴慧杰. 赤霉素对芹菜作用效果的试验研究 [J]. 吉林蔬菜, 1995(4): 5-6
- [14] 蔡葛平, 郭燕红, 姚辉, 等. 矮壮素和赤霉素对黄芩生物量及根中黄酮类成分产量的影响 [J]. 中国农学通报, 2008, 24(7): 213-217
- [15] Yamamoto H, Sano T, Takeuchi S, et al. Flavonoid production by two stage cultures and differentiated roots of *Scutellaria baicalensis* callus in liquid medium [J]. *J Pharmacol*, 1989, 43: 188-191
- [16] 陈蕾, 朱霁虹. 丹参中 4 种脂溶性成分的含量测定 [J]. 中国药事, 2004, 18(12): 749-751
- [17] 黄新杰, 李章海, 黄义德. 植物生长物质在烤烟烟碱调控中的应用 [J]. 安徽农业科学, 2006, 34(19): 4959-4960
- [18] 王津慧, 赵明, 魏全嘉, 等. 不同浓度赤霉素对人工种植红花岩黄芩的影响及黄芩甲苷含量测定 [J]. 中国现代中药, 2006, 8(12): 14-15
- [19] 苑博华, 廖祥儒, 郑小洁, 等. 吲哚乙酸在植物细胞中的代谢及其作用 [J]. 生物学通报, 2005, 40(4): 21-23
- [20] 盛束军, 俞旭平, 胡雪波, 等. 不同生长调节物质对益母草的生长调控及其表现效应 [J]. 中国现代应用药学杂志, 2000, 17(5): 360-362
- [21] 袁媛, 黄璐琦, 崔光红, 等. 赤霉素及其合成抑制剂对丹参酮类活性物质含量的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2008, 14(6): F3
- [22] 汪斌, 刘德辉, 谈献和, 等. 铜、锌对栽培丹参的丹参酮类物质影响机制的研究 [J]. 中国中药杂志, 2008, 33(17): 2082-2087
- [23] 王金祥, 严正龙, 潘瑞焱. 不定根形成与植物激素的关系 [J]. 植物生理学通讯, 2005, 41(2): 133-142
- [24] 单守明, 刘国杰, 李绍华, 等. 秋季叶面喷施 IAA、6 BA 或 GA₃ 对草莓植株的影响 [J]. 果树学报, 2007, 24(4): 545-548

芫花高效液相色谱指纹图谱研究

逢楠楠, 毕开顺, 闫宝庆, 陈晓辉*

(沈阳药科大学药学院, 辽宁 沈阳 110016)

摘要:目的 研究芫花药材的高效液相色谱指纹图谱。方法 采用 RP-HPLC 法。色谱柱: Kromasil C₁₈(250 mm×4.6 mm, 5 μm), 流动相: 甲醇 0.05% 磷酸水, 梯度洗脱, 体积流量: 1.0 mL/min, 柱温: 35 °C, 检测波长: 238 nm。结果 在色谱指纹图谱中, 确立了其中 21 个共有峰, 建立了芫花药材的共有模式, 在 19 批芫花药材中有 17 批样品的指纹图谱相似度在 0.90 以上。结论 该方法简便、准确、重现性好, 为评价芫花药材的质量提供了依据。

关键词: 芫花; 指纹图谱; RP-HPLC

中图分类号: R282.7

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2010)05-0818-04

Fingerprint analysis of *Flos Genkwa* by HPLC

PANG Nan-nan, BI Kai-shun, YAN Bao-qing, CHEN Xiao-hui

(School of Pharmacy, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110016, China)

Abstract: Objective To establish the chromatographic fingerprint analysis for the quality control of *Flos Genkwa*. **Methods** RP-HPLC Method was applied to establish the chromatographic fingerprint. The separation was performed on a Kromasil C₁₈ column (250 mm×4.6 mm, 5 μm) with a gradient elution composed of methanol and 0.05% phosphate acid. The column temperature was set at 35 °C and the flow rate was 1.0 mL/min. The detective wavelength was at 238 nm. **Results** Twenty-one characteristic peaks were established in the fingerprint. The mutual model of *Flos Genkwa* was established and the similarities were calculated. The similarity of 17 samples in all the 19 samples was more than 0.90. **Conclusion** The method is simple and accurate with good reproducibility. It can be used for the quality control of *Flos Genkwa*.

Key words: *Flos Genkwa*; fingerprint; RP-HPLC

芫花始载于《神农本草经》^[1], 为瑞香科植物芫花 *Daphne genkwa* Sieb. et Zucc 的干燥花蕾, 收载于《中国药典》2005 年版(一部), 味苦、辛, 性温, 有毒, 归肺、脾、肾经^[2], 其为传统的泻下逐水药。内服

用于治疗水肿胀满、胸腹积水、痰饮积聚、气逆咳喘、二便不利, 外用治疗疥癣秃疮、冻疮。现代研究表明芫花还具有镇痛、镇静、抗惊厥、抗炎、抗肿瘤、免疫调节、抗生育等作用^[3,4]。

①收稿日期: 2009-09-10

作者简介: 逢楠楠(1984—), 女, 山东龙口人, 硕士研究生, 研究方向为中药质量控制研究。

Tel: (024) 23986292 E-mail: nnange132@163.com

* 通讯作者 陈晓辉 Tel: (024) 23986259 E-mail: cxh_syphu@yahoo.com