

西洋参不同器官中皂苷量与鲨烯合成酶和鲨烯环氧酶基因表达的相关性

蒋世翠, 刘伟灿, 王 义, 孙春玉, 李校堃, 张美萍*

吉林农业大学 生物反应器与药物开发教育部工程中心, 吉林 长春 130118

摘要: 目的 探讨西洋参不同组织器官中总皂苷和单体皂苷量的差异及其与人参皂苷合成途径中鲨烯合成酶 (SQS) 和鲨烯环氧酶 (SQE) 基因表达量之间的关系。方法 以 4 年生西洋参的 14 个组织器官为材料, 索氏回流法提取总皂苷, 采用 HPLC 法测定 6 种单体皂苷 (人参皂苷 Rg₁、Re、Rb₁、Rc、Rb₂ 和 Rd) 的量, 用香草醛-硫酸比色法测定总皂苷量。通过实时荧光定量 PCR 分析 SQS 和 SQE 基因在西洋参 14 个组织器官中的表达量。结果 总皂苷和单体皂苷量在西洋参不同组织器官中差异非常显著 ($P<0.01$)。除人参皂苷 Rb₂ 外, 各单体皂苷及总皂苷之间均呈非常显著的正相关关系 ($P<0.01$)。SQS 和 SQE 基因在 14 个组织器官中的表达量具有非常显著的差异 ($P<0.01$) 并与人参皂苷 Re、Rg₁、Rb₁、Rd 和总皂苷量之间有显著的正相关关系 ($P<0.05$)。结论 西洋参不同组织器官中皂苷的量存在差异, SQS 和 SQE 基因在人参皂苷合成途径中起着极其重要的作用。

关键词: 西洋参; 人参皂苷; 实时荧光定量 PCR; 基因表达; 鲨烯合成酶; 鲨烯环氧酶

中图分类号: R282.12 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2011)03-0579-06

Correlation between ginsenoside accumulation and SQS and SQE gene expression in different organs of *Panax quinquefolius*

JIANG Shi-cui, LIU Wei-can, WANG Yi, SUN Chun-yu, LI Xiao-kun, ZHANG Mei-ping

Engineering Research Center of Bioreactor and Pharmaceutical Development, Ministry of Education, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China

Abstract: Objective To examine the biological accumulation of total ginsenosides and their monomers, and determine their relationships with the expression of squalene synthase (SQS) and squalene epoxidase (SQE) genes that are involved in the ginsenoside biosynthetic pathway in different organs of *Panax quinquefolius*. **Methods** Fourteen organs of four year-old *P. quinquefolius* were used as materials. Total ginsenosides were extracted using the Soxhlet ginsenoside extraction method, and the contents of total ginsenosides and their monomers Rg₁, Re, Rb₁, Rc, Rb₂ and Rd in the organs were determined by the Vanillin-sulfuric Colorimetry and HPLC methods, respectively. The expressions of the SQS and SQE genes in the organs were profiled by real-time quantitative PCR. **Results** The biological accumulation of total ginsenosides and each of their monomers varied significantly ($P<0.01$) in different parts of *P. quinquefolius*. Except for ginsenoside monomer Rb₂, there were significantly positive correlations between total ginsenoside and monomers Re, Rg₁, Rb₁ and Rd ($P<0.01$). The expressions of both SQS and SQE genes were extremely significantly different among the 14 plant parts ($P<0.01$) and significantly positively correlated with the biological accumulation of total ginsenoside and monomers, Re, Rg₁, Rb₁ and Rd ($P<0.05$). **Conclusion** The results indicate that the SQS and SQE genes play the important roles in the biosynthesis of total ginsenosides and their monomers.

Key words: *Panax quinquefolius* L.; ginsenoside; real-time quantitative PCR; gene expression; squalene synthase (SQS); squalene epoxidase (SQE)

西洋参中人参皂苷为次生代谢产物, 按其皂苷元的不同分为: 达玛烷型的四环三萜类皂苷、齐墩果酸型五环三萜皂苷、奥克梯隆型皂苷。此外还有一些其他类型的皂苷^[1-3]。目前为止发现 60 多种人

参单体皂苷。

人参皂苷生物合成途径划分为 3 个阶段: 第 1 阶段通过甲羟戊酸 (MVA) 途径和丙酮酸 (MEP) 途径, 合成的主要中间产物异戊烯基焦磷酸 (IPP)

收稿日期: 2010-09-20

基金项目: 吉林省科技厅资助项目 (20100712, 20080715); 长春市科技局资助项目 (长科合 2007135 号, 长科合 2008138 号)

作者简介: 蒋世翠 (1982—), 女, 博士研究生, 从事药用植物功能基因组学研究。

*通讯作者 张美萍 E-mail: wzhaoyun@tom.com

及其异构体二甲基烯丙基焦磷酸 (DMAPP)。其中, MVA 途径是普遍公认的皂苷合成主要途径。在植物中, 2 个合成途径是否完全独立进行还有待研究^[4-5]。第 2 个阶段是 IPP 通过牻牛儿基焦磷酸合成酶 (GPS)、法呢基焦磷酸合成酶 (FPS)、鲨烯合成酶 (SQS) 和鲨烯环氧酶 (SQE) 催化合成 2, 3-氧化鲨烯。第 3 阶段是 2, 3-氧化鲨烯经过环化、羟基化、糖基化对三萜碳环骨架进行复杂修饰, 最终形成了不同类型的人参皂苷。目前, 代谢途径中的一些过程尚不清楚, 有待于更深入的研究。

本研究对西洋参 14 个组织器官中的 6 种单体皂苷及总皂苷的量进行分析, 并对人参皂苷合成途径中 SQS 和 SQE 基因表达差异进行分析。探讨了西洋参中人参皂苷量与 SQS 和 SQE 基因表达量的关系, 为阐明人参皂苷合成途径提供理论依据。

1 材料与仪器

1.1 材料

四年生西洋参 2009 年 9 月采自吉林省靖宇县参场, 经吉林农业大学生命科学学院王义教授鉴定, 14 个组织器官分别是: 须根、侧根、根皮 (周皮和韧皮部)、根心 (木质部)、芦头、茎、小叶柄、大叶柄、叶片、果茎、果柄、果肉、种皮、种仁。

人参皂苷 Rg₁ 对照品 (批号 110703-200726), 人参皂苷 Re 对照品 (批号 110754-200822), 人参皂苷 Rb₁ 对照品 (批号 111715-200802) 均购于中国药品生物制品检定所。

1.2 仪器

高效液相色谱仪 1100 (安捷伦科技有限公司); 紫外分析仪 755B (上海精密科学仪器有限公司); 实时定量 PCR 仪 MX3000P (美国 Stratagene 公司); 核酸蛋白测定仪 (SmartSpec plus, Bio-Rad 公司); DNase II (MBI 公司)。

2 方法

2.1 单体皂苷量的测定^[5]

2.1.1 色谱条件 色谱柱为 Hypersil-C₁₈ 柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相: 水 (A)-乙腈 (B), 采用梯度洗脱方式, 梯度洗脱程序见表 1。柱温 35 °C; 检测波长 203 nm, 进样量 20 μL。

2.1.2 供试品溶液的制备 将西洋参 14 个组织器官烘干研磨成粉, 过 0.425 mm 筛; 精确称取 1 g, 滤纸包好, 加氯仿 80 mL, 80 °C 水浴脱脂脱色 6 h, 挥去氯仿。利用索氏提取器, 加甲醇 80 mL, 加热回流 8 h; 将甲醇提取液减压浓缩至干, 残渣加水

表 1 梯度洗脱程序

Table 1 Gradient elution

时间/min	乙腈/%	体积流量/(mL·min ⁻¹)
0.00	18.0	1.300
32.00	18.0	1.300
50.00	28.0	1.000
70.00	28.0	1.000
100.00	35.0	1.000
110.00	18.0	1.300
115.00	18.0	1.300

20 mL, 用水饱和正丁醇等体积反复萃取 3 次, 合并正丁醇液, 80 °C 水浴蒸干; 10 mL 甲醇稀释定容, 制备成供试品溶液。

2.1.3 对照品溶液制备 精密称取 6 种人参皂苷对照品 Rg₁、Re、Rb₁、Rc、Rb₂ 和 Rd 各适量置于 5 mL 量瓶中, 用甲醇 (色谱级) 溶解、定容。稀释成质量浓度为 0.960、0.970、0.980、0.992、0.103、0.107 mg/mL 的混合溶液, 作为标准储备液备用。

2.1.4 样品测定 取 14 个组织器官样品供试品溶液, 按上述色谱条件测定, 记录色谱峰面积, 计算各单体皂苷的量。对照品的 HPLC 图谱见图 1。

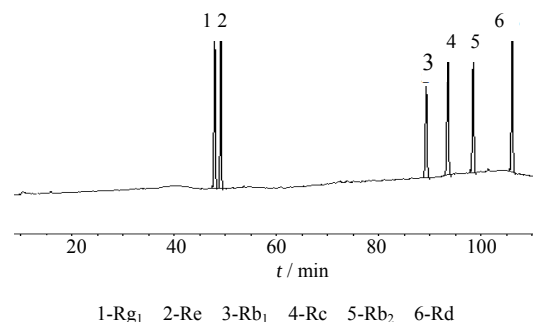


图 1 人参皂苷对照品 HPLC 图

Fig. 1 HPLC chromatogram of reference ginseng saponins

2.2 香草醛-硫酸比色法测定总皂苷^[6]

2.2.1 标准曲线的绘制 精密称取人参皂苷 Re, 用甲醇配制成质量浓度为 2 mg/mL 的对照品储备液。将储备液稀释成质量浓度为 0.01、0.05、0.2、0.5、1.0、1.5 mg/mL 的对照品溶液, 各取 0.1 mL 分别置于 10 mL 比色管中, 冰水浴, 分别加入 16% 香草醛醇溶液 0.5 mL, 77% 硫酸 5 mL, 摇匀, 60 °C 水浴 10 min, 再冰水浴 15 min, 记录 544 nm 波长处的吸光度 (A) 值, 绘制标准曲线。以 A 值为纵坐标, 人参皂苷 Re 质量浓度为横坐标, 进行回归, 得方程 $Y=0.409\ 5X+0.096\ 2$, $r=0.998\ 8$ 。

2.2.2 总皂苷的测定 精密吸取各样品溶液 0.1 mL, 方法同“2.2.1”项。按 A 值计算各组织器官中总皂苷量。

2.3 基因表达量测定

2.3.1 RNA 提取 利用 Trizol 法提取 14 个部位的总 RNA: 取样品 100 mg 至液氮预冷研钵中, 加液氮研成粉, 置预冷离心管中加 1 mL Trizol 试剂, 混匀室温放置 5 min。加 200 μ L 氯仿, 振荡混匀后室温放置 15 min。12 000 r/min, 4 $^{\circ}$ C 离心 10 min, 上清液转至新离心管中, 加 0.5 mL 异丙醇混匀, -20 $^{\circ}$ C 静置 5~10 min。12 000 r/min, 4 $^{\circ}$ C 离心 10 min, 弃上清。75%乙醇洗涤 2 次, 室温晾干。DEPC 处理水溶解 RNA 样品至一定体积。总 RNA 用 DNase II 处理, 用核酸蛋白测定仪进行质量分数与浓度测定。

2.3.2 RNA 反转录 参考 RevertAidTM first strand cDNA Synthesis Kit (MBI 公司) 反转录试剂的说明, 合成 cDNA 第一链, 反应总体积为 20 μ L。

2.3.3 引物的合成 引物由北京华大基因组合成。SQS 引物序列: 5'-CAGAGGGGTAGTGAAATGAGACG-3', 5'-TGTC AACCTTGGACTTCAGCATAC 3'; SQE 引物序列: 5'-CGTGGCTATCTATGGCGTTG-3', 5'-GGGAGCTCTGTAGTAAGCAG-3'。

2.3.4 实时定量 PCR PCR 反应体系: MasterMix

(ABI) 20 μ L, 正向引物 2 μ L, 反向引物 2 μ L, cDNA 模板 16 μ L, 共 40 μ L。PCR 反应循环参数: 95 $^{\circ}$ C、5 min, 95 $^{\circ}$ C、30 s, 50~60 $^{\circ}$ C、30 s, 72 $^{\circ}$ C、30 s。每个模板重复 3 次。数据的收集和分析通过软件 SDS v2.3 (ABI) 实现。样品 A 相对于样品 B 的基因表达水平通过公式计算。

$$2^{-\Delta\Delta T} = 2^{-[(CT_{目的基因} - CT_{内参})_{样品 A} - (CT_{目的基因} - CT_{内参})_{样品 B}]}$$

3 结果与分析

3.1 西洋参不同组织器官中单体皂苷量的比较

6 种单体皂苷的量在 14 个组织器官间差异明显。主要集中在根部、叶片和果实, 茎和种子(种皮和种仁)中皂苷量很低。在根心中, Rc 和 Rb₂ 的量接近于 0; 在种皮和种仁中, 单体皂苷量均近于 0。单体皂苷在各部分分布情况见表 2。

3.2 西洋参不同组织器官中总皂苷量的比较

西洋参 14 个部位中总皂苷量的分布见表 3。

3.3 西洋参中人参皂苷成分相关关系分析

对 14 个组织器官中的各单体皂苷及总皂苷成分进行单因素方差分析, 分析结果 P 值均为 0 ($P < 0.001$), 达到非常显著水平。西洋参 14 个组织器官间的各种皂苷成分均具有非常显著差异。对不同单体皂苷和总皂苷量进行相关性分析, 结果见表 4。两个对象之间相关密切程度的统计分析指标用相关系数 r 表示。r 值的范围在 -1~+1。r>0 为正相关,

表 2 西洋参不同组织器官中单体皂苷的量 ($\bar{x} \pm s$)
Table 2 Contents of monomer saponins in different organs of *P. quinquefolius* ($\bar{x} \pm s$)

编号	部 位	Rg ₁ /%	Re/%	Rb ₁ /%	Rc/%	Rb ₂ /%	Rd/%
1	须根	0.38 $\pm$ 0.02	2.71 $\pm$ 0.28	4.52 $\pm$ 0.40	2.06 $\pm$ 0.13	0.28 $\pm$ 0.03	2.41 $\pm$ 0.13
2	支根	0.12 $\pm$ 0.00	1.09 $\pm$ 0.02	2.85 $\pm$ 0.01	0.61 $\pm$ 0.00	0.09 $\pm$ 0.01	1.24 $\pm$ 0.01
3	根皮	0.14 $\pm$ 0.01	0.76 $\pm$ 0.02	2.02 $\pm$ 0.02	0.24 $\pm$ 0.00	0.04 $\pm$ 0.00	0.42 $\pm$ 0.00
4	根心	0.05 $\pm$ 0.01	0.51 $\pm$ 0.01	1.57 $\pm$ 0.09	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.36 $\pm$ 0.01
5	芦头	0.23 $\pm$ 0.04	1.59 $\pm$ 0.02	3.89 $\pm$ 0.21	0.23 $\pm$ 0.01	0.07 $\pm$ 0.01	1.69 $\pm$ 0.05
6	茎	0.02 $\pm$ 0.00	0.18 $\pm$ 0.01	0.08 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.02 $\pm$ 0.00	0.14 $\pm$ 0.01
7	大叶柄	0.03 $\pm$ 0.00	0.37 $\pm$ 0.03	0.05 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.00	0.09 $\pm$ 0.00	0.52 $\pm$ 0.16
8	小叶柄	0.09 $\pm$ 0.01	0.69 $\pm$ 0.08	0.08 $\pm$ 0.01	0.02 $\pm$ 0.00	0.14 $\pm$ 0.02	0.48 $\pm$ 0.07
9	叶片	0.38 $\pm$ 0.02	1.71 $\pm$ 0.06	0.32 $\pm$ 0.01	0.19 $\pm$ 0.02	0.48 $\pm$ 0.01	1.45 $\pm$ 0.07
10	果茎	0.08 $\pm$ 0.01	0.68 $\pm$ 0.02	0.19 $\pm$ 0.01	0.08 $\pm$ 0.00	0.21 $\pm$ 0.02	0.93 $\pm$ 0.08
11	果柄	0.14 $\pm$ 0.00	1.83 $\pm$ 0.02	0.45 $\pm$ 0.01	0.30 $\pm$ 0.01	0.78 $\pm$ 0.02	1.52 $\pm$ 0.01
12	果肉	0.04 $\pm$ 0.00	1.63 $\pm$ 0.06	0.14 $\pm$ 0.00	0.58 $\pm$ 0.01	1.16 $\pm$ 0.05	0.85 $\pm$ 0.00
13	种皮	0.00 $\pm$ 0.00	0.03 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.00	0.02 $\pm$ 0.00	0.02 $\pm$ 0.01
14	种仁	0.00 $\pm$ 0.00	0.02 $\pm$ 0.01	0.03 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.00	0.02 $\pm$ 0.00

低于检出限不能计量的计为 0, 下同

Results which are lower than the detection limits and can not be fixed quantity.were made as "0", same as below

表 3 总皂苷质量分数
Table 3 Contents of total saponins

编号	部 位	总皂苷/%
1	须根	12.95±1.52
2	支根	6.08±0.14
3	根皮	4.44±0.23
4	根心	2.96±0.16
5	芦头	8.30±0.45
6	茎	0.56±0.13
7	大叶柄	1.24±0.24
8	小叶柄	1.73±0.54
9	叶片	9.87±0.34
10	果茎	2.95±0.32
11	果柄	6.50±0.12
12	果肉	5.37±0.21
13	种皮	0.00±0.00
14	种仁	0.00±0.00

表 4 西洋参组织器官中皂苷成分相关性分析
Table 4 Correlation of ginseng saponins in different organs of *P. quinquefolius*

成分	Rg ₁	Re	Rb ₁	Rc	Rb ₂	Rd	TS
Rg ₁	1	0.817**	0.573**	0.625**	0.173	0.823**	0.885**
Re	0.817**	1	0.585**	0.782**	0.574**	0.928**	0.934**
Rb ₁	0.573**	0.585**	1	0.698**	0.188	0.695**	0.694**
Rc	0.625**	0.782**	0.698**	1	0.252	0.752**	0.778**
Rb ₂	0.173	0.574**	0.188	0.252	1	0.354*	0.349
Rd	0.823**	0.928**	0.695**	0.752**	0.354*	1	0.924**
TS	0.885**	0.934**	0.694**	0.778**	0.349	0.924**	1

**相关性极显著 ($P>0.01$), *相关性显著 ($P>0.05$)

**Correlation is very significant ($P>0.01$), *Correlation is significant ($P>0.05$)

$r<0$ 为负相关。 $r=0$ 表示不相关; r 的绝对值越接近 1, 相关越密切;越接近于 0, 相关越不密切。

双尾检验 (2-tailed) 结果用 P 值表示: $P>0.05$, 代表两者间没有明显的相关关系, $P<0.05$ 代表两因素间呈现显著的相关关系, $P<0.01$ 代表非常显著相关。

由西洋参 14 个组织器官皂苷成分的相关关系分析可知:除人参皂苷 Rb₂ 以外,各单体皂苷及总皂苷之间均呈现正相关关系,Re、Rg₁、Rc、Rd、Rb₁ 和总皂苷彼此间具有明显的相关关系。说明各皂苷成分之间有共同增减趋势,这可能是由于它们有共同的基础代谢机制。人参皂苷 Rb₂ 与其他皂苷成分之间的 $P>0.05$,表明 Rb₂ 与其他单体皂苷 Rb₁、

Rg₁ 及总皂苷之间没有相关关系,也可能是因为 Rb₂ 在多数部位的量较低。

3.4 实时定量 PCR 过程中的电泳检测

在荧光定量 PCR 过程中,在选定的人参属中 GAPDH 基因和 ACTB 基因作为内参相比,GAPDH 更稳定,主要对 GAPDH 作为内参基因的表达式进行分析。

3.5 西洋参不同组织器官中 SQS 和 SQE 基因表达量

将须根作为参比部位,假设须根基因表达量为 100%,计算其他部位的相对基因表达量。结果见表 5。

表 5 西洋参不同组织器官中 SQS 和 SQE 基因相对表达 (2n, n=3, 平均值)

Table 5 Expression rate for GAPDH genes as relative standard (2n, n=3, average)

编号	部 位	SQE/%	SQS/%
1	须根	100.00	100.00
2	支根	52.03	116.39
3	根皮	114.12	162.90
4	根心	4.95	39.48
5	芦头	130.12	150.32
6	茎	15.39	7.01
7	大叶柄	1.37	38.44
8	小叶柄	10.96	33.31
9	叶片	139.30	142.91
10	果茎	25.91	66.67
11	果柄	111.67	116.67
12	果肉	77.43	77.96
13	种皮	0.00	0.00
14	种仁	0.00	0.00

低于检出限不能定量的计为 0。

Result is lower than the detection limits and can not be fixed quantity. we make it "0".

对西洋参不同组织器官中 SQS 和 SQE 基因的相对表达量进行单因素方差分析,分析结果 P 值均为 0 ($P<0.01$),达到极显著水平。西洋参不同组织器官间 SQS 和 SQE 基因表达量具有极显著差异。

3.6 基因间的相关性分析

分析结果表明,SQS、SQE 之间均存在显著的正相关关系 ($P<0.05$)。各基因的表达量在西洋参不同组织器官协同增减,这可能是由于皂苷的合成是由它们的协同作用决定的。

3.7 基因表达规律曲线分析

SQS、SQE 基因在西洋参各组织器官 (1~14) 的表达量曲线图,见图 2。

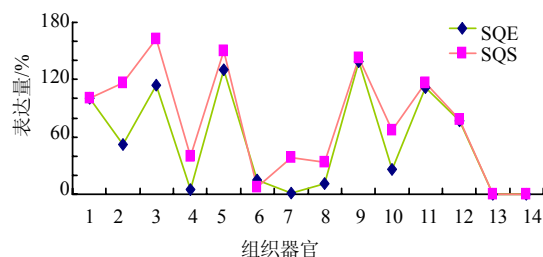


图 2 SQS 和 SQE 表达曲线
Fig. 2 Curve of SQS and SQE gene expression

西洋参中 SQS、SQE 基因在西洋参各组织器官的相对表达规律一致, 基因在各组织器官基因表达量有着相同的增减趋势。

3.8 人参皂苷量与基因的关系分析

SQS、SQE 与单体皂苷 Rc、Rb₂ 之间不具有显著的相关关系。并且人参皂苷 Rc、Rb₂ 在西洋参 14 个组织器官的相对量较低。这说明, SQS、SQE 基因可能不是人参皂苷 Rc、Rb₂ 形成的决定因素。

SQS、SQE 与单体皂苷 Re、Rg₁、Rb₁、Rd、总皂苷之间有显著的正相关关系 ($P < 0.05$) 见表 6, 皂苷量是基因差异表达量决定的。SQS、SQE 是控制皂苷合成的关键酶。

表 6 皂苷量与 SQS 和 SQE 表达量相关性分析
Table 6 Correlation between saponins and SQS and SQE gene expression

基因	Rg ₁	Re	Rb ₁	Rc	Rb ₂	Rd	总皂苷
SQS	0.713**	0.695**	0.567*	0.344	0.287	0.689**	0.820**
SQE	0.790**	0.801**	0.491	0.419	0.449	0.739**	0.872**

**在 0.01 水平 (双侧) 上显著性相关, *在 0.05 水平 (双侧) 上显著性相关
**Correlation is significant at the 0.01 level, *Correlation is significant at the 0.05 level

4 讨论

人参皂苷为人参属植物中主要活性成分, 是由皂苷元和糖相连构成的糖苷类化合物。人参皂苷骨架是通过类异戊二烯合成途径由 2, 3 氧化鲨烯环化形成。此环化部位是一个分支点使其代谢进入两个途径: 一个途径形成甾醇类化合物, 另一个途径形成各种三萜类骨架^[7], 并有细胞色素 P450 的参与^[8]。三萜类骨架再经过各种修饰, 如在不同种糖基转移酶作用下形成各种单体皂苷^[9-11]。

形成三萜皂苷是一个非常复杂的过程。在这个过程中涉及许多酶, 控制这些酶的基因和代谢途径中一些过程尚不清楚。Lee 等^[12]将 SQS 全长 cDNA 序列转移至人参胚性细胞中, 获得再生植株, 利用 HPLC 检测转基因人参总皂苷是对照的 3 倍, 说明

SQS 在人参皂苷合成中起着非常重要的作用。Han 等^[13]利用 RNAi 技术研究了 SQE 基因在人参皂苷合成中的作用, 通过 HPLC 检测发现 SQE 基因沉默后, 人参总皂苷量降低了 84.5%, 说明 SQE 在人参皂苷合成中起到了关键作用。

本研究通过测定西洋参 14 个组织器官中单体皂苷、总皂苷的量, 分析单体皂苷、总皂苷在西洋参中 14 个组织器官的相关关系, 同时还分析 SQS、SQE 基因在 14 个组织或器官的表达量。总皂苷和单体皂苷在 14 个组织或器官的量: 除人参皂苷 Rb₂ 以外, 各单体皂苷及总皂苷之间均呈现极显著的正相关关系; 西洋参 14 个组织或器官的 SQS 和 SQE 基因的表达量具有极显著差异; SQS、SQE 与单体皂苷 Re、Rg₁、Rb₁、Rd、总皂苷之间有显著的正相关关系 ($P < 0.05$)。结果表明 SQS、SQE 基因与西洋参 14 个组织器官中单体皂苷、总皂苷之间呈正态分布。说明皂苷的合成是酶基因相互作用的结果。皂苷量是基因差异表达量决定的, SQS、SQE 是控制人参皂苷合成的关键酶基因。

参考文献

- [1] 孟凡征, 李 柏. 西洋参 [M]. 北京: 科学技术出版社, 2003.
- [2] 李向高. 西洋参有效成分的研究. [J] 吉林农业大学学报, 1979, 1(1), 50-59.
- [3] 魏均娴, 王菊芬, 李增蓉. 西洋参化学成分的研究 [J]. 中草药, 1983, 14(9): 5-7.
- [4] 明乾良, 韩 婷, 黄 芳, 等. 人参皂苷生物合成途径及其相关酶的研究进展 [J]. 中草药, 2010, 41(11): 1913-1917.
- [5] Vojtek A B, Hollenberg S M, Cooper J A. Mammalian Ras interacts directly with the serine/threonine kinase Raf [J]. Cell, 1993, 74: 205-214.
- [6] 刘伟灿, 张美萍, 李超生, 等. 西洋参各部位皂苷成分的 HPLC 测定 [J]. 人参研究, 2010, 1(22): 20-23.
- [7] 毛祖林, 李晓波, 龚文明, 等. 人参皂苷提取工艺优选 [J] 时珍国医国药, 2008, 19(1): 2762-2763.
- [8] Harrison M D. The biosynthesis of triterpenoids, steroids, and carotenoids [J]. Nat Prod Rep, 1990, 7: 459-484.
- [9] Bishop G J, Nomura T, Yokota T, et al. The tomato DWARF enzyme catalyses C-6 oxidation in brassinosteroid biosynthesis. [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1999, 96: 1761-1766.
- [10] Haralampidis K, Trojanowska M, Osbourn A E. Biosynthesis of triterpenoid saponins in plants. [J]. Biochem Eng Biotechnol,

- 2002, 75: 31-49.
- [11] Suzuki H, Achnine L, Xu R, *et al.* A genomics approach to the early stages of triterpene saponin biosynthesis in *Medicago truncatula*. [J] *Plant J.* 2002, 32: 1033-1048.
- [12] Lee M H, Jeong J H, Seo J W, *et al.* Enhanced triterpene and phytosterol biosynthesis in *Panax ginseng* overexpressing squalene synthase gene [J]. *Plant Cell Physiol*, 2004, 45: 976-984.
- [13] Han J Y, In J G, Kwon Y S, *et al.* Regulation of ginsenoside and phytosterol biosynthesis by RNA interferences of squalene epoxidase gene in *Panax ginseng* [J]. *Phytochemistry*, 2010, 71: 36-46.

关于推荐 2011 年中国药学会-赛诺菲安万特青年生物药物奖的通知

中国药学会-赛诺菲安万特青年生物药物奖是中国药学会与赛诺菲-安万特公司共同设立的青年生物药物奖,旨在奖励中国优秀青年生物药物工作者,致力于生物药物新药研究。该奖项面向全国,从 2009 年起每年评选一次,每次奖励 8 名从事生物药物研究的青年学者,奖励金额(含税)为每人 20 000 元人民币,同时颁发获奖证书。现将有关事宜通知如下。

一. 评奖条件

申请人需要具备以下条件:中国药学会会员;年龄 40 周岁以下(1971 年 1 月 1 日以后出生)遵纪守法,学风正派;从事生物药物领域研究并取得优秀成绩。

二. 申报方式

1. 申请人直接向中国药学会申报;
2. 申请人通过中国药学会各专业委员会以及各省、市、自治区药学会向中国药学会申报。

三. 推荐材料

推荐书电子版请从中国药学会网站 www.cpa.org.cn 上“关于推荐 2011 年中国药学会-赛诺菲安万特青年生物药物奖的通知”中下载。

四. 申报截止日期

2011 年 4 月 30 日,以邮戳为准。

五. 评审和颁奖

中国药学会组织评审,评审专家组由生物药物领域专家组成。2011 年颁奖时间和地点另行通知。可从中国药学会网站(www.cpa.org.cn)查询有关事宜。

六. 申报地点和联系人

地 址:北京市朝阳区建外大街四号建外 SOHO 九号楼 1802 室;邮 编:100022

联系人:孙文虹(010-58699280-819)、范玫杉(010-58699280-820)

E-mail: sunwenhong2002@163.com; yxfms@163.com

中国药学会