

人工打花对黄芩药材生物量和有效物质积累的影响

周洁¹, 邹琳², 刘伟¹, 方磊¹, 李佳², 赵红艳³, 王晓^{1*}

(1. 山东省分析测试中心 山东省科学院, 山东 济南 250014; 2. 山东中医药大学, 山东 济南 250355;

3. 济南禾宝中药材有限公司, 山东 济南 250400)

摘要:研究人工打花对黄芩药材生物量和有效物质积累的影响,为生产上提高黄芩药材产量和质量提供科学依据。在黄芩种植基地随机设置打花处理和不打花处理(对照)2个试验区,黄芩开花期间,在打花处理区内将黄芩花蕾全部人工除掉,不打花处理(对照)区保持花蕾正常生长,常规管理。采收期分别于两试验区内随机取样,测量黄芩地上鲜重、地下鲜重、地下干重、根长、分根数、最大根粗、平均根粗以及株高等生物量指标;采用 HPLC 法测定黄芩根中黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素等有效物质含量。结果表明:人工打花处理显著提高黄芩地下分根数和地下干重,分别高出对照 61.11% 和 50.00% ($p < 0.05$),有效物质黄芩苷、汉黄芩苷和黄芩素总量较对照组分别提高 52.49%、51.66% 和 55.56% ($p < 0.05$);打花处理提高黄芩地下部分鲜重,高出对照 25.00%,但未达到显著性差异 ($p > 0.05$);打花处理对黄芩地上鲜重、最大根粗和平均根粗、株高以及根长等未产生显著性影响 ($p > 0.05$)。打花处理使黄芩根中黄芩苷含量提高 1.65%,汉黄芩苷含量高 1.07%,黄芩素含量高 2.86%,但均未达到显著性差异 ($p > 0.05$)。人工打花处理对黄芩药材生物量和有效物质积累有积极促进作用,打花处理可作为生产上提高黄芩药材生物量和有效物质积累的有效措施之一。

关键词:黄芩;打花;生物量;有效物质

中图分类号:S723.13

文献标志码:A

文章编号:1001-7461(2014)-02-0135-04

Effects of Defloration on the Accumulation of Biomass and Bioactive Substances of *Scutellaria baicalensis*

ZHOU Jie¹, ZUO Lin², LIU Wei¹, FANG Lei¹, LI Jia², ZHAO Hong-yan³, WANG Xiao^{1*}

(1. Shandong Analysis and Test Center Shandong Academy of Sciences, Jinan, Shandong 250014, China;

2. Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan, Shandong 250355, China;

3. Jinan Chinese Medicine Company of Hebao, Jinan, Shandong 250400, China)

Abstract: Effects of Defloration on the accumulation of biomass and bioactive substances of *Scutellaria baicalensis* were examined to provide the scientific guidance for improving the quality of radix scutellariae, a traditional Chinese crude drug. During the flowering season, all the buds of tested plants were removed. Compared to the control (without removing the buds), the number of split-roots and underground dry weight increased by 61.11% and 50.00%, respectively. The total amounts of baicalin, wogonoside, and baicalein that contained in the roots of an individual plant increased by 52.49%, 51.66%, 55.56%, respectively. Underground fresh dry weight, maximum root diameter, average root diameter, plant height and root length significantly different from those of the control ($p > 0.05$). The contents of baicalin, wogonoside, and baicalein in the roots increased by 1.65%, 1.07% and 2.86%, respectively, which not significantly different from those of the control. It was concluded that defloration management could re-

收稿日期:2013-08-12 **修回日期:**2013-11-05

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划课题(2011BAI06B06);国家自然科学基金项目(81303161, 81102749);山东省科技发展计划(2011GSF11908, 2012GGA12024);山东省自然科学基金项目(ZR2013HQ037);山东省科学院科技发展计划(科基合字(2012)第16号);山东省海外高层次人才资助专项资金资助。

作者简介:周洁,女,博士,助理研究员,研究方向:林木遗传育种与栽培。E-mail:zhoujie8761@163.com

通讯作者:王晓,男,博士,研究员,研究方向:中药资源化学。

markably improve the accumulation of biomass and bioactive substances.

Key words: *Scutellaria baicalensis*; defloration; biomass; bioactive substance

黄芩来源于唇形科植物黄芩(*Scutellaria baicalensis*)的干燥根, 味苦, 性寒, 具有清热燥湿、泻火解毒、止血、安胎等功效^[1], 属常用大宗中药材之一。随着黄芩用量逐年增加, 野生资源锐减, 栽培黄芩成为黄芩药材的主要来源^[2]。因此, 在生产过程中采取有效措施提高黄芩药材的产量和品质具有重要意义。

花蕾作为植物的营养器官, 当植物进入生殖生长阶段后, 大量光合作用产物被输送到花蕾以确保花蕾正常生长。如果在花蕾生长期, 采取人工打花处理减少养分向花蕾运输, 使更多养分流向地下部分, 将会对以地下部分为药用部位的药材产量和品质的形成产生很大影响^[3]。目前在农作物栽培中, 采取打花处理提高农作物产量和品质已有不少报道, 如陈立德^[3]等研究表明, 百合在花蕾长 1~2 cm 时摘除花蕾, 单株鳞茎增产 28.42%; 邵圣才^[4]研究表明, 摘除棉铃第一和第二锥体花蕾后, 棉铃增产 22.42%; 周光来^[5]等研究表明, 人工摘除茶花后嫩芽中可溶性蛋白、可溶性糖和茶多酚含量分别增加 98.4%、36.5% 和 4.6%, 然而目前关于打花处理对于提高中药材产量和品质的报道尚少, 陈斌龙^[6]等研究发现摘除白术全部花蕾后, 植物地下根茎增产 100%。

黄芩以根部入药, 黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素和汉黄芩素等黄酮类成分被认为是其有效成分^[7], 关于人工打花处理能否提高黄芩根部生物量及其有效物质含量尚不明确。本文将研究人工打花处理对黄芩药材生物量和有效物质含量积累的影响, 以期在生产上提高黄芩药材产量和质量提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 材料

1 年生黄芩种苗来源于山东平阴孔村镇禾宝中药材有限公司中药材种植基地, 经山东中医药大学周凤琴教授鉴定为 *Scutellaria baicalensis*, 于 2012 年 4 月移栽于该基地试验田中。该基地属大陆性温暖带季风性半干旱气候, 土壤类型为中性或稍偏碱性的砂质土, 年平均日照 2 234 h, 年平均降水 923 mm。

1.2 方法

1.2.1 打花处理 在试验田中随机划分 2 个试验区, 每区面积为 2.5 m×10 m, 株行距为 30 cm×15 cm, 分别为打花处理区和不打花对照区。在整个花

蕾生长期, 对打花区内黄芩的花蕾全部进行摘蕾处理, 随长随摘; 不打花对照区内的黄芩花蕾保持其正常生长。2012 年 11 月采收, 分别采用 5 点取样法进行取样, 每区各取 10 株黄芩, 单株取样, 每株样品作为 1 个重复, 每个处理 10 个重复。分别测量记录株高、根长、平均根粗、最大根粗、地上部分干重、地下部分鲜重和干重。采用 HPLC 法测定黄芩根中黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素的含量。

1.2.2 黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素和汉黄芩素含量

1) 色谱条件 色谱柱 C18 (4.60 mm×250 mm, 1.7 μm); 流动相: 乙腈(A)-2%甲酸-10 mmol/L 甲酸铵(B), 梯度洗脱时间程序 0 min (15% A-85% B), 5 min (15% A-85% B), 10 min (20% A-80% B), 15 min (23% A-77% B), 17 min (25% A-75% B), 30 min (30% A-70% B), 35 min (40% A-60% B), 40 min (45% A-55% B), 43 min (100% A-0% B), 55 min (100% A-0% B); 检测波长为 275 nm; 流速 1.0 mL·min⁻¹; 柱温 25℃; 进样量 2 μL; 理论塔板数按黄芩苷峰计算应不<15 000。

2) 对照品制备 精密称取 60℃下真空干燥至恒重的黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素、汉黄芩素对照品适量, 加 70%乙醇分别配置成每 1 mL 含黄芩苷 1.49 mg、汉黄芩苷 0.064 mg、黄芩素 0.3 mg、汉黄芩素 0.052 mg 的对照品储备液。精密吸取各储备液适量, 加 70%乙醇配置成每 1 mL 含黄芩苷 0.298 mg、汉黄芩苷 0.0352 mg、黄芩素 0.03 mg、汉黄芩素 0.002 6 mg 的混合溶液。摇匀, 0.45 μm 微孔滤膜过滤后作为对照品溶液。

3) 供试品制备 样品置于 60℃真空下干燥后, 粉碎过 80 目筛, 取黄芩粉末约 0.5 g, 精密称定, 置具塞锥形瓶中, 精密移取 70%乙醇 20 mL, 称定, 超声提取 1 h (功率为 100 W), 放冷, 称量, 70%乙醇补足损失重量, 滤过, 取续滤液用 0.45 μm 微孔滤膜滤过, 作为供试品溶液。

4) 标准曲线 分别精密吸取 1、2、6、10 μL 和 20 μL 对照品溶液, 注入高效液相色谱仪, 以色谱峰面积和相应的浓度做标准曲线, 计算回归方程(表 1)。

表 1 黄芩 5 种成分标准曲线测定结果

Table 1 The regression equation of standard curve of active substances in *S. baicalensis*

标准品	回归方程	相关系数
黄芩苷	$y = 0.000\ 2x - 0.012$	0.999 9
汉黄芩苷	$y = 0.000\ 1x - 0.000\ 9$	0.999 8
黄芩素	$y = 0.000\ 8x + 0.003\ 5$	0.999 3
汉黄芩素	$y = 0.000\ 6x + 0.000\ 2$	0.999 7

1.3 数据分析

采用 SPSS13.0 统计软件进行方差分析,Excel 软件绘图制表。

2 结果与分析

2.1 打花处理对黄芩药材生物量积累的影响

由表 2 可知,打花处理显著提高黄芩地下分根

数和地下干重,分别高出对照 61.11%和 50.00%($p<0.05$)。

打花处理后黄芩地下部分鲜重高出对照 25.00%,但未达到显著性差异($p>0.05$)。打花处理对黄芩地上鲜重、最大根粗和平均根粗、株高、根长等指标均未产生显著性影响($p>0.05$)。

表 2 打花处理对黄芩生物量积累的影响($n=10$)

Table 2 Effects of picking bud on the biomass accumulation of *S. baicalensis* ($n=10$)

	分根数/个	地下干重/kg	地上鲜重/kg	地下鲜重/kg	最大根粗/cm	平均根粗/cm	株高/cm	根长/cm
对 照	1.800±0.327b	0.026±0.004b	0.060±0.011a	0.056±0.007a	1.170±0.063a	0.965±0.072a	37.80±1.000a	35.40±1.474a
打花处理	2.900±0.277a	0.039±0.006a	0.059±0.010a	0.070±0.008a	1.140±0.006a	0.820±0.040a	35.70±1.415a	37.49±1.733a

注:多重比较显著性检验水平 $p<0.05$,同一列字母不同者表示差异显著,同一列字母相同者表示差异不显著。表 3、表 4 同。

2.2 打花处理对黄芩根部有效物质积累的影响

打花处理对黄芩根部有效物质积累的影响如表 3 所示。和对照相比,打花处理使黄芩根部有效物质黄芩苷、汉黄芩苷和黄芩素含量分别提高 1.65% ($p>0.05$)、1.07% ($p>0.05$) 和 2.86% ($p>0.05$),汉黄芩素含量无显著性变化。总的来看,打花处理对黄芩中有效成分含量的影响不大,各有效物质含量虽略有升高,但增加幅度未达到显著性差异($p>0.05$)。

表 3 黄芩打花与不打花根部次生代谢产物积累比较($n=10$)

Table 3 Effects of picking bud on the active substance

accumulation of *S. baicalensis* ($n=10$) ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)

	黄芩苷	汉黄芩苷	黄芩素	汉黄芩素
打花处理	123.2±3.3a	24.62±1.3a	0.36±0.01a	0.03±0.0a
对 照	121.2±5.0a	24.36±1.5a	0.35±0.01a	0.03±0.0a

2.3 打花处理对黄芩根部有效物质总量的影响

用单株黄芩根部干重与有效物质含量相乘得到单株黄芩根部有效物质总量。打花处理对单株黄芩根部有效物质总量的影响如表 4 所示。打花处理后,黄药材根部有效物质黄芩苷、汉黄芩苷和黄芩素总量较对照分别显著提高 52.49% ($p<0.05$)、51.66% ($p<0.05$) 和 55.56% ($p<0.05$),汉黄芩素总量无显著性差异($p>0.05$)。

表 4 打花处理对黄芩根部有效物质总量的影响($n=10$)

Table 4 Effects of picking bud on total content of active

substance of *S. baicalensis* ($n=10$) ($\text{mg} \cdot \text{株}^{-1}$)

	黄芩苷	汉黄芩苷	黄芩素	汉黄芩素
打花处理	3.151±0.13a	0.633±0.03a	0.009±0.000 1a	0.001±0.000 1a
对 照	4.805±0.19b	0.960±0.09b	0.014±0.000 8b	0.001±0.000 3a

3 结论与讨论

研究表明,打花处理使黄芩地下分根数、地下干重显著增加,地上鲜重、地下鲜重、最大根粗、平均根粗、株高、根长等生物学指标和对照相比无显著增

加。根部有效物质黄芩苷、汉黄芩苷、黄芩素等含量略有增加,但与对照相比无显著性差异,而根部有效物质黄芩苷、汉黄芩苷和黄芩素总量和对照相比有大幅度增加,汉黄芩素总量增幅不明显。

作物产量的形成是库源动态发展和相互作用的结果^[8],人工干预能改变光合产物和营养物质分配方向,改变库源比例^[9]。花蕾是植物旺盛的呼吸器官,在发育过程中需要消耗大量养分,造成大量光合作用产物浪费,因此,对于花蕾不是其经济器官的作物来说,在生产中可以采取打花措施来终止生殖生长,促使其生殖生长向营养生长转化,使更多的光合产物流向地下部分,提高地下部分的产量和品质。对于药用植物来说,大部分药材以根及根茎入药,因此,在生产过程中通过人工打花处理提高根部药材产量将是提高药材质量的重要手段。本研究结果显示,人工打花处理显著提高黄芩根部的分枝、地下干重和有效成分总量,说明人工摘蕾措施在一定程度上改变了黄芩的库源比,协调源库关系,从而提高黄芩药材根部质量。

药用植物次生代谢产物通常是中药材发挥临床疗效的重要物质基础,而植物体内次生代谢物质通常是植物适应环境的产物,例如高温、人工干预等逆境胁迫会影响黄芩体内次生代谢产物的积累^[10-14]。黄酮类物质是黄芩的主要药效成分,黄酮类成分与环境的关系目前已有研究,如张成军^[15]等研究得出干旱可促进银杏叶内酯黄酮苷含量增加。本研究结果表明人工打花等适当的人工干预措施同样能提高黄芩体内黄酮类总累量的积累。总的来看,人工打花处理是生产上提高黄芩药材生物量和有效成分积累的有效措施之一。

参考文献:

[1] 国家药典委员. 中国药典[S]. 北京:中国医药科技出版社, 2010:282.

[2] 常瑾,井金学,张海宽,等. 陕西黄芩茎枯病原菌的鉴定[J]. 西北林学院学报,2006,21(3):81-82.
CHANG J, JING J X, ZHANG H K, *et al.* Identification on the pathogen of stem wilt of *Scutellaria baicalensis* in Shaanxi [J]. Journal of Northwest Forestry University,2006,21(3):81-82. (in Chinese)

[3] 陈立德,蒋盛岩,任光云,等. 不同摘花时期对百合鳞茎产量的影响[J]. 现代农业科技,2009(15):73-75.
CHEN L D, JIANG S Y, REN G Y, *et al.* Effect of different bud picking time on lily bulb yield[J]. Modern Agricultural Science and Technology,2009(15):73-75. (in Chinese)

[4] 邵圣才. 摘除棉花下部花蕾增产效果的研究[J]. 湖北农业科学,1987(8):11-12.

[5] 周来光,田国政,王东辉. 摘花时期对春茶效益的影响[J]. 湖北民族学院学报:自然科学版,2003:32(4):18-20.
ZHOU L G, TIAN G Z, WANG D H. Effect of plucking period on the economic benefit of spring tea plants[J]. Journal of Hubei Institute for Nationalities;Nat. Sci. Edi.,2003;32(4):18-20. (in Chinese)

[6] 陈斌龙,张晓明. 留花蕾数对白术生长的影响[J]. 浙江农业科学,2011(3):539-540.
CHEN B L, ZHANG X M. Effects of different left bud number on the growing of *Rhizoma atractylodis* Macrocephalae [J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences,2011(3):539-540. (in Chinese)

[7] 刘雄,高建德. 黄芩研究进展[J]. 甘肃中医学院学报,2007,24(2):46-50.

[8] 李德全,高辉远,孟庆伟. 植物生理学[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2004:130.

[9] 董合忠,牛曰华,李维江,等. 不同整枝方式对棉花源库关系的调节效应[J]. 应用生态学报,2008,19(4)819-824.

DONG H Z, NIU Y H, LI W J, *et al.* Regulation effects of various training modes on source-sink relation of cotton[J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2008,19(4)819-824. (in Chinese)

[10] ANNA BAKOWSKA, ALICJA Z, KUCHARSKA, *et al.* The effects of heating, UV irradiation, and storage on stability of the anthocyanin-polyphenol copigment complex [J]. Food Chemistry,2003,81:349-355.

[11] LIU J H, ZHANG Y Q, LI J *et al.* Influence of water stress on the physiological and biochemical characteristics of *Scutellaria Baicalensis* Georgi[J]. Agricultural Science & Technology, 2010,11(6):22-25.

[12] 秦双双,陈顺钦,黄璐琦,等. 水分胁迫对黄芩内源激素与有效成分相关性的影响[J]. 中国实验方剂学杂志,2010,16(7):99-101.

[13] 杨兆春,袁媛,陈敏,等. PEG 胁迫对黄芩黄酮类有效成分积累及相关基因表达的影响[J]. 中国中药杂志,2011(16):2157-2161.

[14] 张鞞灵,高锦明,王姝清. 黄酮类化合物的分布及开发利用[J]. 西北林学院学报,2000,15(1):69-74.
ZHANG A L, GAO J M, WANG S Q. The distribution, development and utilization of the flavonoids [J]. Journal of Notrhwest Forestry University,2000,15(1):69-74. (in Chinese)

[15] 张成军,郭佳秋,陈周祥,等. 高温和干旱对银杏光合作用、叶片中黄酮苷和萜类内酯含量的影响[J]. 农村生态环境,2005,21(3):112-151.
ZHANG C J, GUO J Q, CHEN Z X, *et al.* Effect of high temperature and /or drought on growth and secondary metabolites in *Ginkgo biloba* leaves [J]. Rural Eco-Environment, 2005,21(3):112-151. (in Chinese)

(上接第 120 页)

[12] 张吉立,刘振平. 氯化钠胁迫对园艺作物种子萌发及幼苗生长发育的影响[J]. 黑龙江农业科学,2007(1):50-53.
ZHANG J L, LIU Z P. Effect of NaCL stress on germination and seedling growth of horticultural crop [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences,2007(1):50-53.

[13] 王小玲,高柱,余发新,等. 观赏羽扇豆不同生育期二种保护酶活性和丙二醛含量变化规律[J]. 北方园艺,2010(10):40-43.
WANG X L, GAO Z, YU F X, *et al.* Ornamental lupine different growth stages of two kinds of protective enzymes and MDA content variation [J]. Northern Horticulture, 2010(10):40-43.

[14] 陈贵. 提取植物体内的溶剂及作为衰老指标的探讨[J]. 植物生理学通讯,1991,27(1):44-46.
CHEN G. Discussion of solvent extraction plants and used as indicators of aging [J]. Plant Physiology Communications, 1991,27(1):44-46.

[15] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,1999:18-19.

[16] 喻方圆,徐锡增. 植物逆境生理研究进展[J]. 世界林业研究,2003,16(5):6-11.
YU F Y, XU X Z. Plant stress physiology [J]. World Forestry Research,2003,16(5):6-11.

[17] 高福元,张吉立. 冬季低温对 4 种彩叶植物 SOD、POD 活性影响的

响的研究[J]. 中国农学通报,2010(5):169-173.
GAO F Y, ZHANG J L. Effect of winter cold leafed plants on four kinds of SOD, POD Activity [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2010(5):169-173.

[18] 宋艳东,金爱武,金晓春,等. 施肥对毛竹叶片光合生理的影响[J]. 浙江林学院学报,2010(3):334-339.
SONG Y D, JIN A W, JIN X C, *et al.* Physiology of leat photosynthesis with fertilization in *Phyllostachys pubescens* [J]. Journal of Zhejiang Forestry College, 2010(3):334-339. (in Chinese)

[19] 唐新莲. 氮、镁对银杏叶产量及其品质的效应研究[D]. 南宁:广西大学,1998:6.

[20] 宋丽华,谢飞. 不同配方施肥对 4 种园林植物幼树生长的影响[J]. 西北林学院学报,2013(2):26-31.
SONG L H, XIE F. Effect of four kinds of garden plants sapling growth in different fertilization [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2013(2):26-31. (in Chinese)

[21] 张建军,刘红. 不同配方施肥对大棚草莓生长结实的影响[J]. 西北林学院学报,2013(2):114-117.
ZHANG J J, LIU H. Effect of different formulated fertilization on the growth and fruiting of greenhouse *Frataia ananassa* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2013(2):114-117. (in Chinese)