

• 实验简报 •

野生与栽培甘草不同部位甘草酸分布特点及其意义

赵则海 曹建国 付玉杰 唐中华 祖元刚*

(东北林业大学森林植物生态学教育部重点实验室 哈尔滨 150040)

摘要 研究了乌拉尔甘草(*Glycyrrhiza uralensis*)不同部位的甘草酸分布特点及动态变化。野生及栽培甘草地下部分甘草酸含量较高,其中不定根中甘草酸含量与主根接近。野生甘草与栽培甘草地下部分甘草酸含量的月变化规律相似,且根茎中甘草酸含量比主根、不定根变化幅度大。在一个生长季中,栽培甘草主根甘草酸以10月份含量最高,表明秋末是最佳采收期。栽培甘草主根在1.0 m土壤深度甘草酸含量较高且有继续增加的趋势,故直接播种方式种植甘草不利于根系采收,造成资源浪费,需要探索更有效的甘草栽培技术。

关键词 乌拉尔甘草, 甘草酸含量, 不同部位

Distribution Characteristics of Glycyrrhizic Acid in Wild and Cultivated Liquorices and Their Applications

Zehai Zhao, Jianguo Cao, Yujie Fu, Zhonghua Tang, Yuangang Zu*

(Key Laboratory of Forest Plant Ecology of the Ministry of Education of China, Northeast Forestry University, Harbin 150040)

Abstract The distribution characteristics and dynamic variations of glycyrrhizic acid (GA) in *Glycyrrhizic uralensis* has been studied by ultrasonic extraction and High Performance Liquid Chromatography (HPLC). The content of GA of underground parts of both wild and cultivated liquorices were greater than that of aboveground parts and that in inconstant roots was close to that of taproots. The monthly variation in GA content was similar among wild and cultivated liquorices. The amplitude of variation of GA in rhizomes was greater than that in taproots and inconstant roots. During a growing season, the content of GA in taproots of cultivated liquorices increased, peaking in October. Therefore, the optimal picking time is in late autumn. GA content in taproots of cultivated liquorices at 1.0 m soil depth was higher a trend to increase, so such planting model could reduce root harvest which displayed. To solve such problems, further exploration is needed for effective cultivation techniques for liquorice.

Key words *G. uralensis*, content of GA, different parts

乌拉尔甘草(*Glycyrrhiza uralensis*)是豆科(Leguminosae)甘草属多年生草本,主要分布在我国西北、华北、东北地区,具有抗寒、耐热、耐旱、抗盐碱等优良特性,为干旱、半干旱地区重要的植物资源之一(为叙述方便以下均简称为甘草)。作为我国比较重要的传

收稿日期: 2005-04-06; 接受日期: 2005-06-24

基金项目: 教育部重点基金项目(104191)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: zygorl@public.hr.hl.cn

统药用植物, 甘草已被作为基础原料广泛应用于医药、化工、食品等多种行业中。甘草中主要活性成分为甘草酸(glycyrrhizic acid, GA)(阴键和郭力, 1993), 常作为甘草质量的衡量指标。随着甘草的用量越来越大, 甘草人工栽培技术开始受到重视并取得了很多成果(傅克治, 1989; 郭江平等, 2000; 孟少童和李广宇, 2001), 但甘草种植技术和田间管理多是从如何提高甘草产量入手, 而涉及提高甘草品质的栽培技术研究较少。本文通过研究甘草不同部位甘草酸含量差异及动态变化特征, 分析其对改进栽培甘草种植技术的意义。

1 试验地概况

研究地点位于黑龙江省西部大庆市马鞍山, 地理位置为北纬 $45^{\circ}46' \sim 46^{\circ}55'$, 东经 $124^{\circ}19' \sim 125^{\circ}12'$ 。气候属于温带半干旱大陆性季风气候; 年均降水量 $308.8 \sim 589.6$ mm, 主要集中在6~8月份; 年均蒸发量 $1\,620.4$ mm。年均气温 5.7°C , 无霜期约145天。土壤为栗钙土, 钙积层较浅, 且紧密, 一般在剖面 $30 \sim 60$ cm深处开始出现, 厚度约 $30 \sim 70$ cm, 碳酸钙含量 $20\% \sim 28\%$ 之间, 土层从上到下呈弱碱至碱性反应, pH值 $7.5 \sim 9.0$ 。

2 甘草酸测定条件

精确称取干燥的甘草样品粉末 0.100 g于 10 mL容量瓶中, 加入 50% 甲醇至 10 mL, 放入超声波振荡器中提取 45 分钟, 过滤, 上清液应用高效液相色谱法(HPLC)测定。甘草酸标准品购于日本和光纯药工业株式会社, BRANSONIC超声波仪, JASCO高效液相色谱仪, 975型紫外检测器, 色谱柱为Shim-packCLC-ODS柱(6.0 mm i.d. $\times 150$ mm, $5\ \mu\text{m}$); 流动相为甲醇: 3% 冰醋酸 $=73:27$, 检测波长 254 nm, 流速 $1.0\ \text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$, 柱温 25°C 。标准曲线为: $Y=12\,375\,552.96X+1\,000$, $R^2=0.997\,8$ (峰面积平均值(Y), 甘草酸浓度(X))。样品测

定精确度RSD为 1.266% , 加样回收率为 $(94.387 \pm 0.164)\%$ 。

3 结果与分析

3.1 野生甘草与栽培甘草不同部位甘草酸含量分析

通过对相近土壤条件下不同月份的野生甘草和栽培甘草各部位样品进行了甘草酸含量的测定(表1和表2)。野生甘草和栽培甘草地下部分是甘草酸含量较高的部位; 其中野生甘草主根>横根茎>不定根>垂根茎; 栽培甘草不定根>主根>横根茎。与地下部分相比, 栽培与野生甘草的地上部分的甘草酸含量均是微量的(甚至部分样品检测不出甘草酸含量), 仅相当于地下部分甘草酸含量的 1% 左右。野生甘草地下部分甘草酸含量均明显高于栽培甘草。由于野生甘草的生长年龄不易确定, 而3年生栽培甘草生长时间相对较短, 因此野生和栽培甘草样品的甘草酸含量差异主要与其生长时间有关。

由于甘草的药用价值较大的部位为主根和横根茎, 因此许多学者注重甘草地下药用部位的研究(刘艳华和傅克治, 1996)。与甘草主根和横根茎中甘草酸含量相比, 野生甘草和栽培甘草的不定根中甘草酸含量均较高, 而在栽培甘草生产过程中, 不定根往往分布较浅, 比主根更容易采挖且产量较大, 如何在增加栽培甘草主根产量的同时, 提高不定根产量可能为提高栽培甘草质量具有重要意义。

3.2 野生甘草与栽培甘草不同部位甘草酸含量的月变化

孟少童和李广宇(2001)通过对1~5年生栽培甘草中甘草酸含量分析, 认为3年生栽培甘草的甘草酸含量已达到可利用的医药标准。Hayashi等(1998)认为栽培甘草的生长年限是甘草酸含量增加决定因素, 并对栽培甘草的甘草酸含量季节变化进行了分析, 但对于野生甘草的季节变化规律没有涉及。从5~10月

表1 野生甘草不同部位甘草酸含量的月变化

Table 1 Monthly variations of glycyrrhizic acid in different parts of wild liquorice

Mensuration part	Months					
	5	6	7	8	9	10
Inflorescence	-	-	-	-	0.0113	0.0634
Seed	-	-	-	-	-	0.0181
Leaflet	0.0877	0.0877	0.0719	0.1207	0.0925	0.0925
Stem of leaf	0.0877	0.0388	0.0540	0.0589	0.0130	0.0130
Aboveground caudex	0.0388	0.0388	0.0256	0.0828	0.0195	0.0202
Vertical rhizoma	2.4004	2.4004	1.7715	2.0497	2.0207	2.2847
Horizontal rhizoma	3.3158	3.4158	2.6660	2.0774	2.7080	3.6492
Inconstant roots	2.9460	2.9460	2.6713	2.8634	1.4870	3.2328
Taproot	3.3370	3.2253	-	-	2.9640	-

- 该项目未能测定 - The part of liquorice didn't be mensurated

表2 3年生栽培甘草不同部位甘草酸含量的月变化

Table 2 Monthly variations of glycyrrhizic acid in different parts of cultivated liquorice of three years old

Mensuration part	Months					
	5	6	7	8	9	10
Leaflet	0.0336	0.0336	0.0331	0.0510	0.2696	0.0741
Stem of leaf	0.0113	-	0.0076	-	0.0401	0.0401
Overground caudex	0.0113	0.0089	0.0100	-	-	0.0140
Rhizoma	0.2488	0.4352	0.5971	0.6546	1.1145	0.9019
Inconstant roots	0.7953	-	0.5570	0.8086	0.9429	1.9236
Taproot	0.7061	0.5238	0.9091	1.1062	1.1006	1.7263

- 该项目未能测定 - The part of liquorice didn't be mensurated

野生甘草与栽培甘草不同部位甘草酸含量月变化规律(表1和表2), 秋季甘草地地下部分甘草酸含量高于春季。从5~10月, 栽培甘草地地下部分甘草酸含量的增幅明显大于野生甘草。按照栽培甘草中甘草酸的这种积累速率, 甘草酸含量在几年之内就会不断增加并达到其最大含量。但在实际测定工作中发现野生甘草和栽培甘草地地下部分甘草酸含量并不是简单的线性上升的积累关系, 而是在6~7月甘草酸含量稍有下降, 其中野生甘草中甘草酸含量下降幅度较大。

对比栽培甘草与野生甘草地地下部分甘草酸含量的月变化规律, 野生甘草从5~10月地下部分不定根(主要指横根茎产生的比较粗大的不定根)、横根茎和垂根茎中的甘草酸含量变化趋势是相似的, 但根茎中甘草酸的变化幅

度大于不定根(表1)。在10月, 野生甘草的各个部分的甘草酸含量达到其该生长季中的最高值。从5~10月份野生甘草主根或不定根中甘草酸含量比较稳定, 其甘草酸含量并没有明显的增加, 表明在同一个地区中分布的野生甘草中甘草酸含量基本上是稳定的。3年生栽培甘草主根与根茎在6月份甘草酸含量存在一个低谷, 且10月份甘草酸含量比5月份有明显的增加。野生甘草与栽培甘草均表现为10月份(秋季)甘草酸含量较高(表1和表2), 夏季甘草酸含量均出现不同程度的下降, 笔者推测甘草在生长旺盛季节甘草酸可能发生了转化, 且根茎(具有运输功能)大于主根, 因此出现了根茎中甘草酸含量的波动大于根的现象。

甘草在生长过程中, 由于其地下部分根系甘草酸含量存在季节变化, 为保证甘草质量和

提高经济效益, 确定栽培甘草根系最佳采收期十分重要。有关人工栽培甘草采收期的报道很多, 多认为在秋季采挖比较适宜(沈玉连和张凤琴, 2000; 周义成和吴文奇, 2001), 与本文的研究结果一致。另外, 由于克隆植物维持根茎或匍匐茎生长需要消耗能量(Pitelka and Ashmun, 1985), 秋季栽培甘草的根茎的甘草酸含量甚至可达主根的一半, 因此根茎的大量产生会影响栽培甘草主根的甘草酸含量。栽培甘草的药用部位多取自主根, 如能抑制栽培甘草横根茎大量萌发, 将对提高主根、不定根中甘草酸含量具有重要意义。

3.3 野生甘草与栽培甘草不同土壤深度主根甘草酸含量比较

黑龙江省西部地区野生甘草主根分布深度在0.45 m, 是对自然环境的长期适应, 而栽培甘草由于种子浅播, 主根分布深度极浅, 多在0.05 m左右(祖元刚等, 2004)。选取春季野生甘草和3年生栽培甘草主根样品, 分别按在土壤中分布深度分段测定甘草酸含量, 结果见表3。野生甘草主根在1.0~2.0 m深度其甘草酸含量较大, 0.5~1.0 m以上浅层土壤中含量较低, 2.0 m以下土壤中含量最低; 栽培甘草主根甘草酸含量随土壤深度的增加而增加。傅克治(1989)报道栽培甘草的根头、根体和根尾的甘草酸含量呈增加趋势, 与本项研究结果一致。

在不同土壤深度野生甘草主根中甘草酸含量产生差异的机理虽然还不清楚, 但野生甘草主根在1.0~2.0 m深度甘草酸含量分布较高是对该生境不同土壤深度长期适应的结果。深层土壤栽培甘草主根的甘草酸含量较高, 表明栽培甘草主根可能尚未达到其甘草酸含量最高的土壤深度。目前甘草地下根系采收机械装备所能达到的深度一般很难达到1.0 m以下, 大量的甘草酸含量较高的主根尾部根分布较深而不能被采收利用, 造成资源浪费(野外调查表明, 1年生栽培甘草主根的深度可达1.5 m以上)。可见, 采用直接播种方式种植甘草不

利于根系采收, 需要探索更有效的人工栽培甘草技术。目前已经有改直播栽植为育苗栽植, 斜栽或平栽, 甘草根系较浅, 采挖时较为省工省力(沈玉连和张国琴, 2000; 孟少童和李广宇, 2001), 但甘草移栽后不同部位甘草酸含量还需与直播栽培甘草进行对比研究。

4 结论

野生甘草和栽培甘草地下部分甘草酸含量较大, 地上部分甘草酸含量是微量的。野生甘草和栽培甘草的不定根中甘草酸含量均较高, 因此确保栽培甘草主根产量增加的同时, 提高不定根产量对提高栽培甘草品质及利用效率具有重要意义。

无论野生甘草还是栽培甘草地下部分甘草酸含量的月变化规律相似, 在6~7月份甘草酸含量均略有下降, 且根茎中甘草酸含量比主根、不定根变化幅度大。在一个生长季中, 栽培甘草地下部分甘草酸含量增幅明显, 10月份甘草酸含量最高; 野生甘草地下部分10月份甘草酸含量略高于5月份。从提高甘草酸利用角度, 应在秋季采挖栽培甘草地下根系。

野生甘草主根在1.0~2.0 m深度为甘草酸含量分布较高的部位; 栽培甘草主根的根尾(土

表3 不同土壤深度野生甘草与栽培甘草主根甘草酸含量

Table 3 Content of glycyrrhizic acid of taproots of wild liquorice and cultivated liquorice in different soil depths

Soil depths (m)	Wild liquorice	Cultivated liquorice
0 - 0.1	-	-
0.10 - 0.25	-	0.435
0.25 - 0.50	-	0.996 3
0.50 - 0.75	2.612 9	1.318 3
0.75 - 1.00		1.365 7
1.0 - 1.5	3.538 9	-
1.5 - 2.0	3.457 2	-
2.0 - 2.5	1.558 5	-

- 该项目未能测定 - The part of liquorice didn't be mensurated

壤深度0.75~1.0m)甘草酸含量较高且有继续增加的趋势。因此直接播种方式种植甘草不利于根系采收,造成甘草资源的浪费,需要探索更有效的人工栽培甘草技术。

参考文献

- 傅克治 (1989). 中国甘草野生变家植. (哈尔滨: 东北林业大学出版社), 56-58.
- 郭江平, 李文华, 木巴里克, 阿里木 (2000). 乌拉尔甘草(*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.)大面积人工种植试验初报. 干旱地区农业研究 18(4), 133-136.
- 刘艳华, 傅克治 (1996). 不同土壤环境生长的乌拉尔甘草主要化学成分含量测定. 中国兽药杂志 25(4), 25-27.
- 孟少童, 李广宇 (2001). 乌拉尔甘草人工栽培技术. 甘肃林业科技 26(4), 58-63.
- 沈玉连, 张凤琴 (2000). 甘草高产栽培技术要点. 黑龙江科技 4, 16.
- 阴键, 郭力 (1993). 中药现代研究与临床应用. (北京: 学苑出版社), 196-198.
- 周义成, 吴文奇 (2001). 甘草的人工栽培技术. 中国水土保持 1, 27-28.
- 祖元刚, 赵则海, 杨逢健, 曹建国 (2004). 人为扰动程度对土壤环境和甘草地下根系的影响. 生态学报 24, 724-729.
- Hayashi, H., Hiraoka, N., Ikeshiro, Y., Yamamoto, H., and Yoshikawa, T. (1998). Seasonal variation of glycyrrhizin and isoliquiritigenin glycosides in the root of *Glycyrrhiza glabra* L. Biol. Pharm. Bull. 21, 987-989.
- Pitelka, L.F., and Ashmun, J.W. (1985). Physiology and integration of ramets in clonal plants. In Population Biology and Evolution of Clonal Organisms. J.B.C. Jackson, L.W. Buss, and R.E. Cook, eds (New Haven: Yale University Press).

(责任编辑: 于昕)

第二界国际植物神经生物学学术研讨会会议

植物神经生物学是植物科学近年发展起来的新兴领域, 研究内容包括植物个体内细胞和组织间的信号传导, 以及植物群落中不同信号的相互作用等。为了推动我国在本领域的研究以及以可持续发展为目标的植物生物技术研究, 中国科学院植物研究所将协同北京大学、清华大学等著名高校共同组织于2006年5月22日至27日在北京召开第二届植物神经生物学国际研讨会。会议将邀请包括美国科学院院士在内的本领域国际顶尖科学家与我国科学家共同研讨当前植物神经生物学的最新进展和下一阶段我国在植物信号传导基础研究和植物生物技术应用战略部署, 同时为有关政府部门提供建议。

根据国际植物神经生物学学会专家指导委员会建议, 本次会议将以“植物信号传导网络的奥秘与机制”为主题, 探讨植物信号传导网络本质及其研究进展。大会将特邀8位国际著名专家, 就植物信号受体与G蛋白、植物离子通道、植物第二信使和植物新型分子探针与标记等方面分别做大会报告。同时会议还将进行分组报告、板报展示和科普宣传。大会组委会将预先出版会议论文集, 会后将在《Plant Signaling and Behavior》和《Journal of Integrative Plant Biology》刊登主要论文。

联系人: 林金星 研究员; 唐江华 女士 电话/传真: 010-62836211

E-mail: linjx@ibcas.ac.cn; tangjh@ibcas.ac.cn

中国科学院植物研究所发育中心