

# 秦艽组植物生物学特性研究进展

王 琬<sup>1</sup>, 梁宗锁<sup>1</sup>, 解娟芳<sup>2</sup>, 马志科<sup>2</sup>

(1. 西北农林科技大学 生命科学学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北药材科技有限公司, 宁夏 隆德 756300)

**摘 要:** 秦艽属龙胆科龙胆属植物, 是我国传统常用中药材, 具有祛风湿、清湿热、止痹痛、退虚热等功效。随着人们对其药用价值的深入研究, 市场需求量大增, 优质秦艽的货源更显不足。现从秦艽的种质资源、形态学特性、种子生物学特性、生殖生物学特性、有效成分含量等方面对秦艽的生物学特性研究进展进行综述, 以期对秦艽植物资源的进一步开发利用提供理论依据。

**关键词:** 秦艽组; 秦艽; 生物学特性

**中图分类号:** S 567. 239 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2014)08-0188-05

秦艽(*Gentiana macrophylla* Pall.) 属龙胆科龙胆属植物<sup>[1]</sup>。始载于《神农本草经》, 被列为中品。秦艽是我国传统的中药材, 其味辛、苦、平, 归胃、肝、胆经<sup>[2]</sup>。现代医学研究表明, 秦艽具有抗炎、镇痛、抗流感病毒、保肝、降压、调节中枢系统和免疫系统等作用<sup>[3]</sup>。现对秦艽的种质资源分布、种子萌发、传粉等生物学特性进行综述,

并对其研究工作进行展望。

## 1 秦艽的种质资源分布

龙胆科龙胆属秦艽组(Section *Cruciata* Gaudin)植物共有 21 个种, 广泛分布于欧亚大陆中高纬度的温带和冷温带地区<sup>[4]</sup>。据《中国植物志》记载, 该组植物我国共有 16 个种及 2 个变种, 分别为粗茎秦艽(*G. crassicaulis* Duthie ex Burk.), 达乌里秦艽(*G. dahurica* Fisch.), 斜升秦艽(*G. decumbens* L. f.), 川西秦艽(*G. dendrologi* H. Smith.), 中亚秦艽(*G. kaufmanniana* Regel et Schmalh.), 全萼秦艽(*G. thassica* Burk.), 秦艽(*G. macrophylla* Pall.), 黄管秦艽(*G. officinalis* H. Smith), 粗壮秦艽(*G. robusta* King ex Hook. f.), 管花秦艽(*G. siphonantha*

**第一作者简介:** 王琬(1989-), 女, 硕士研究生, 研究方向为药用植物资源与利用。E-mail: wangwan0710@163.com.

**责任作者:** 梁宗锁(1965-), 男, 博士, 教授, 研究方向为中草药规范化栽培的理论与技术。E-mail: liangzs@ms.iswc.ac.cn.

**基金项目:** 宁夏回族自治区自然科学基金资助项目(NZ13207)。

**收稿日期:** 2014-01-15

[45] 闫艳华, 姜国斌, 侯和胜, 等. 杨树内源激素对 NaCl 胁迫的响应[J]. 西北农业学报, 2011, 20(9): 160-164.

[46] 张敏, 蔡瑞国, 李慧芝, 等. 盐胁迫环境下不同抗盐性小麦品种幼苗长势和内源激素的变化[J]. 生态学报, 2008, 28(1): 310-320.

[47] 白丽萍, 周宝利, 霍尚峰, 等. 盐胁迫下嫁接茄幼苗渗透调节能力和内源 ABA 含量的变化[J]. 北方园艺, 2009(4): 1-3.

[48] 汤日圣, 童红玉, 唐现洪, 等. 脱落酸提高水稻秧苗耐盐性的效果[J]. 江苏农业学报, 2012, 28(4): 910-911.

[49] 赵许朋, 杨立, 杨双燕, 等. ABA 对盐胁迫下番茄幼苗生理特性的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(27): 14833-14835.

[50] 杨跃霞, 刘大林, 韩建国, 等. 外源 ABA 对 NaCl 胁迫下紫花苜蓿矿质元素和脯氨酸含量的影响[J]. 草业科学, 2010, 27(5): 57-61.

## Research Progress on Absciscic Acid and Plant Abiotic Stress Tolerance

LU Min<sup>1</sup>, LU Gui-qing<sup>2</sup>

(1. College of Agriculture and Biotechnology, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310058; 2. Generalization of Agricultural Mechanization Technology Station in Huzhou, Huzhou, Zhejiang 313028)

**Abstract:** As an important plant hormone, abscisic acid (ABA) plays a crucial role in abiotic stress response and tolerance of plants. In this paper, the biosynthesis and catabolism of ABA, the major ABA signaling pathway and its role in regulating plant tolerance to abiotic stress were described; and also ABA synthesis and molecular mechanisms and response to abiotic stress ABA generate resistance and other aspects of the molecular mechanisms in the regulation of the plant were discussed.

**Key words:** abiotic stress; abscisic acid; biosynthesis; catabolism; plant tolerance; signaling transduction pathway

Maxim. ex Kusnez. ), 麻花苳 (*G. straminea* Maxim. ), 纤茎秦苳 (*G. tenuicaulis* Ling)、天山秦苳 (*G. tianshanica* Rupr)、西藏秦苳 (*G. tibetica* King ex Hook. f. ), 长梗秦苳 (*G. waltonii* Burk. ), 新疆秦苳 (*G. walujewii* Regel et Schmalh)、钟花达乌里秦苳 (变种) (*G. dahurica* Fisch var. *campanulata* T. N. Ho) 和大花秦苳 (变种) (*G. macrophylla* Pall. var. *fetissowii* (Regel et Winkl. ) Ma et K. C. Hsia)<sup>[1]</sup>。其中, 秦苳 (*G. macrophylla* Pall. )、麻花苳 (*G. straminea* Maxim. ), 粗茎秦苳 (*G. crasicaulis* Duthie ex Burk. ) 和达乌里秦苳 (又名小秦苳) (*G. dahurica* Fisch. ) 是《中华人民共和国药典》规定的正品秦苳<sup>[2]</sup>。

秦苳组植物为高山植物, 耐寒, 喜潮湿和冷凉气候, 忌高温、强光、盐碱地, 怕积水, 多生长在土层深厚、土壤肥沃、富含腐殖质的山区、丘陵区的草地、坡地、林缘及灌木丛的阳坡。土壤以草甸土、荒漠土及沙质壤土为多。在我国秦苳组植物主要分布在西北、华北、东北和西南地区<sup>[5-6]</sup>。适生海拔高度为 2 300~2 900 m, 最适种植海拔为 2 500~2 700 m。调查发现, 秦苳组植物的自然分布与海拔和纬度有一定的相关性, 即随着海拔升高

纬度有所降低, 在高海拔地区分布广泛, 而在 700 m 以下分布较少<sup>[5]</sup>。位于黄土高原的陕西和甘肃等地气候适合秦苳生长, 是秦苳药材的道地产区。

秦苳组的 16 种植物在我国的分布情况见表 1。

2 秦苳的形态学特性

2.1 形态特征

秦苳组植物为多年生草本植物, 根略肉质, 须状, 扭结或粘合成 1 个粗大、圆锥状或圆柱状的主根; 枝丛生, 直立或斜生, 植株基部被枯存的纤维状叶鞘包围。每年从根茎部分生出 1 个地上茎, 生长年限较长的地上茎多簇生。通常每年 5 月下旬返青, 6 月下旬开花, 花大型或中型; 褶整齐或偏斜。8 月种子成熟, 蒴果内藏; 种子表面具细网纹, 无翅。年生育期 100 d 左右, 在低海拔而较温暖地区, 花期、果期一般推迟, 生长期相对延长。

药典收录的 4 种秦苳 (秦苳、粗茎秦苳、达乌里秦苳和麻花苳) 在形态特征上有一定的相似性, 但它们的根、茎、叶、花、种子也存在一些区别 (表 2)。根据这些形态特征可以对秦苳药材的原植物进行鉴别。

表 1 秦苳组植物在我国的分布

Table 1		The distribution of Section Cruciatia Gaudin in China	
秦苳组植物	产地	生境	海拔/m
粗茎秦苳	西藏东南部、云南、四川、贵州西北部、青海东南部、甘肃南部, 在云南丽江有栽培	山坡草地、山坡路旁、高山草甸、撩荒地、灌丛中、林下及林缘	2 100~4 500
达乌里秦苳	四川北部及西北部、西北、华北、东北等地区	田边、路旁、河滩、湖边沙地、水沟边、向阳山坡及干草原等地	870~4 500
斜升秦苳	新疆西北部、内蒙古东北部	干草原、山坡草地、林间草地及河谷潮湿低地	1 200~2 640
川西秦苳	四川西部	山坡草地	3 000~4 500
中亚秦苳	新疆北部	草甸、山坡草地及山谷冲积平原草地	1 800~3 500
全萼秦苳	西藏东部及南部、青海玉树地区	高山草甸	4 200~4 900
秦苳	新疆、宁夏、陕西、山西、河北、内蒙古及东北地区	河滩、路旁、水沟边、山坡草地、草甸、林下及林缘	400~2 400
黄管秦苳	四川北部、青海东南部及甘肃南部	高山草甸、灌丛中、山坡草地、河滩及地边	2 300~4 200
粗茎秦苳	西藏南部	山坡、地边、路旁及草甸	3 500~4 800
管花秦苳	四川西北部、青海、甘肃及宁夏西南部	干草原、草甸、灌丛及河滩等地	1 800~4 500
麻花苳	西藏、四川、青海、甘肃、宁夏及湖北西部	高山草甸、灌丛、林下、林间空地、山沟、多石干山坡及河滩等地	2 000~4 950
纤茎秦苳	河北	石灰岩	740~1 730
天山秦苳	新疆北部	河滩、山坡草地及林下	1 200~3 900
西藏秦苳	西藏南部	地边、路旁、灌丛及林缘	2 100~4 200
长梗秦苳	西藏东南部及南部	山坡草地、山坡砾石地及林下	3 000~4 800
新疆秦苳	新疆北部	干山坡、冲积平原及河滩	2 200~2 550

表 2 4 种秦苳的形态学特征

Table 2		Morphology of 4 <i>Gentianae</i> spp.			
秦苳植物	根	茎	叶	花	种子
秦苳	须根扭结或粘结成 一个圆柱形的根	枝少数丛生	莲座丛叶卵状椭圆形或狭椭圆形, 边缘平滑; 茎生叶椭圆状披针形或狭椭圆形, 边缘平滑, 茎上叶对生, 3~4 对稍小, 基部连合	花多数, 无花梗, 簇生枝顶呈头 状或腋生作轮状, 花冠筒部黄 绿色, 冠檐蓝色或蓝紫色, 壶形	蒴果内藏或先端外露, 种子椭圆, 褐色, 有光泽
粗茎秦苳	须根扭结或粘结成 一个粗的根	枝少数丛生, 粗壮	莲座丛叶卵状椭圆形或狭椭圆形, 茎生叶卵状 椭圆形至卵状披针形, 边缘微粗糙, 花茎上的 叶对生, 条状披针形, 较小, 基部连合成鞘	在茎顶簇生呈头状, 稀腋生作 轮状, 花冠筒部黄白色, 冠檐蓝 紫色或深蓝色, 内面有斑点	蒴果有柄, 种子红褐 色, 有光泽, 矩圆形, 表 面具细网纹
达乌里秦苳	须根向左扭结成一 个圆锥形的根	斜升, 光滑	莲座丛叶披针形或线状椭圆形, 茎生叶少数, 线状披针形至线形, 先端渐尖, 基部渐狭, 边缘 粗糙	聚伞花序顶生及腋生, 花冠深 蓝色, 筒形或漏斗形	蒴果内藏, 无柄, 狭椭圆 形
麻花苳	须根扭结成一个粗 大、圆锥形的根	黄绿色, 稀带紫红色	莲座丛叶宽披针形或卵状椭圆形, 茎生叶小, 线状披针形至线形, 两端渐狭, 边缘平滑或微 粗糙茎基部的叶较大, 密集成束状	聚伞花序顶生及腋生, 花冠黄 绿色, 喉部具多数绿色斑点, 有 时外面带紫色或蓝灰色	蒴果内藏, 椭圆状披针 形, 种子褐色, 有光泽, 狭矩圆形

## 2.2 秦艽药材性状

秦艽以根入药,多呈黄棕色,味苦、微涩,气特异。不同种秦艽的药材具有一定的形态差异,在药典收录的4种秦艽原植物中,秦艽的药材呈现为类圆锥形,上粗下细,扭曲不直,长10~30 cm,直径1~3 cm,表面灰黄色,有扭曲的纵皱纹;粗茎秦艽为略呈圆柱形,较粗大,多不分枝,很少相互扭绕,表面黄棕色或暗棕色,有纵向扭转的皱纹;达乌里秦艽为圆锥形,较小,长8~15 cm,直径0.2~1 cm,棕黄色;麻花秦艽为略呈圆锥形,直径可达7 cm,棕褐色,主根下部多分枝或多数相互分离后有连合,略呈网状或麻花状。

## 3 秦艽种子的生物学特性

### 3.1 形态特征

秦艽种子以矩圆形、褐色为主,多具光泽;种子长度在1.0~1.6 mm之间,宽度在0.3~0.6 mm之间。显微观察研究发现,秦艽种子表皮具有条形网状纹饰,网纹凸出成脊,脊之间凹陷成网纹,种子基部的尖端具有种脐,下陷为近似圆形。武玉翠等<sup>[7]</sup>对秦艽组6种植物(大叶秦艽、粗茎秦艽、麻花秦艽、达乌里秦艽、黄管秦艽和管花秦艽)种子比较发现,这6种秦艽种子的形状、颜色、大小存在明显的差异。同时通过测量这几种植物种子发现,粗茎秦艽的种子最重,千粒重为0.352 g左右;达乌里秦艽种子最轻,千粒重为0.090 g左右;秦艽和麻花秦艽的种子差异不大,千粒重分别为0.137 g和0.172 g左右。王义祁等<sup>[8]</sup>对秦艽组5种植物(秦艽、达乌里秦艽、管花秦艽、黄管秦艽、麻花秦艽)种子的超微结构进行观察,发现达乌里秦艽种子表皮的网胞明显宽于其它4种,可为植物分类提供参考依据。

### 3.2 萌发特性

秦艽主要依靠种子进行繁殖,其种子体积小,具有后熟作用。在生产实践中,秦艽种子存在发芽率低、发芽不整齐的问题。为了解决这一问题,国内许多学者做了大量研究。温度对秦艽种子发芽的影响很大,种子发芽时酶是必不可少的催化剂,但酶对温度的要求比较苛刻。秦艽种子属于中温萌发型,滕红梅等<sup>[9]</sup>、牛晓雪等<sup>[10]</sup>研究认为秦艽种子萌发的最适温度为20℃;刘丽莎等<sup>[11]</sup>发现,秦艽的种子发芽的最适温度为20~25℃,最低萌发温度为8~10℃,超过30℃对种子萌发有明显的抑制作用。光照是影响种子发芽的又一重要因素,秦艽种子属于光敏型的小粒种子,滕红梅等<sup>[9]</sup>发现暗培养有利于秦艽种子的萌发,而牛晓雪等<sup>[10]</sup>发现采用光暗交替的培养条件更适合秦艽种子的发芽。

林丽等<sup>[12]</sup>用浓硫酸浸泡大叶秦艽、达乌里秦艽、麻花秦艽的种子3 min,发现能明显提高3种秦艽种子的发芽率;李兵兵等<sup>[13]</sup>证实,硫酸和高锰酸钾处理均能提高麻花秦艽种子的发芽率,表明麻花秦艽种皮存在着机

械障碍;赵敏<sup>[14]</sup>研究发现龙胆种子浸提物对白菜种子和龙胆种子自身萌发都有明显的抑制作用,龙胆种子中含有一定活性的内源抑制物质;浸种可部分去除龙胆种子内源抑制物质;李兵兵等<sup>[13]</sup>发现这一特性在麻花秦艽种子中同样存在,说明麻花秦艽种子内可能含有内源抑制物。而麻花秦艽种子的吸水规律符合Logistic曲线<sup>[13]</sup>,这说明秦艽种子休眠的主要因素不是种皮的不透性,而是种皮机械障碍和内源抑制物。

刘丽莎等<sup>[11]</sup>、滕红梅等<sup>[9]</sup>研究发现赤霉素可显著提高秦艽种子的发芽率,这可能与赤霉素增强了淀粉酶的转录,导致淀粉酶合成增加,促进种子胚的生长有关;李兵兵等<sup>[13]</sup>发现适宜浓度双氧水也可提高秦艽种子的发芽率,这是因为双氧水可加强种子萌发过程中呼吸作用,提高脱氢酶、Ca-ATP酶、Mg-ATP酶活性,修复并促进胚生长;蔡子平等<sup>[15]</sup>研究了不同浓度NaCl溶液对秦艽种子萌发的影响,结果表明低浓度的NaCl溶液促进种子萌发,而高浓度则抑制种子萌发,从而说明秦艽为非盐生植物,但秦艽种子对盐分有一定耐受力。因此在生产实践中应选择合适的时节、适宜的土壤进行播种,同时可做适当的预处理来提高种子的发芽率。

### 3.3 寿命与储藏特性

秦艽种子的寿命较短。研究发现秦艽种子寿命只有1年,隔年种子在自然条件下保存不能使用,低温保存可延长秦艽种子的寿命。李鑫鑫等<sup>[16]</sup>研究了0~5℃、(-18±1)℃和室温3个不同贮藏温度下秦艽种子发芽率的变化情况,结果发现秦艽种子贮藏温度越低,萌发率和发芽势降低越慢。

## 4 秦艽的生殖生物学特性

### 4.1 开花习性

秦艽的花序为聚伞花序,簇生枝顶呈头状或腋生作轮状,花萼呈佛焰苞状。花冠为壶形,蓝色或蓝紫色,少数为白色带有绿色斑点。雄蕊5,雌蕊1。子房上位,无柄,中轴胎座。通常1、2年生的秦艽不开花,从第3年起每年开花。秦艽的花期约80~90 d,为每年的6~8月,盛花期为6月中旬至7月中旬,单花花期6~7 d。秦艽每天上午8:00开始开花,10:00~14:00开花最多<sup>[17]</sup>,随后随光照强度减弱,花冠逐渐闭合,次日光照射时再展开。秦艽的开花次序是由茎端向下依次开放,同一花序的花期可相差1~1.5个月,即花序上部已形成种子,下部还处于开花期<sup>[18]</sup>。

### 4.2 花粉生活力测定

花粉生活力强弱直接影响到秦艽的繁殖,朱晓萍等<sup>[17]</sup>用TTC法测定花粉的生活力,结果表明秦艽的花粉活力开花当天在80.5%以上,此时柱头不具有可授性。在开花的第3~4天,花粉活力约为60%,此时柱头可授性最佳,之后花粉活力逐渐下降。



### 4.3 传粉特性

花不仅是一种生殖上的结构单位,而且是一个适应于传粉的功能单位。秦艽花刚开放时进入雄性阶段,此时花药高于柱头上,开始散粉,柱头尚未张开。散粉结束时花药向外弯曲贴在花冠壁上,同时柱头伸长高于花药。秦艽在开花的第3天或第4天12:00~14:00柱头张开,进入雌性阶段。授粉后,柱头变为黄色,子房开始膨大,花冠闭合,再不张开。在阴天或雨天,气温比较低的情况下,秦艽花会暂时性闭合,天气转晴后花冠重新张开<sup>[19]</sup>。这种暂时性闭合被认为是一种生殖保障机制,一方面可能是通过花冠闭合来提高自交率<sup>[20]</sup>,另一方面可能是暂时性闭合可以减少雨水对花粉的冲刷<sup>[21]</sup>。

国外学者研究证实,龙胆属植物自交亲和,但多年生类群却通过雌雄异熟和异型花完全避免自交,必须依赖昆虫才能结实<sup>[22-23]</sup>。秦艽属高山植物,花具有雌雄异熟和雌雄异位的特征<sup>[24]</sup>,其在高山的严酷环境中如何保证有性繁殖,起初,何亚平等<sup>[25]</sup>对青藏高原的麻花艽做了传粉生态学研究,结果证实麻花艽自交亲和,但必须依赖传粉媒介才能完成授粉过程,不存在无融合生殖,其中苏氏熊蜂为其有效而稳定的传粉者;朱晓萍等<sup>[17]</sup>在对甘肃地区秦艽的传粉特性研究中发现,秦艽的传粉系统为异交(异株、异花)亲和,自交(同株)亲和,单花结实必须依赖授粉者。后来,司庆文等<sup>[26]</sup>研究了青海地区达乌里秦艽的传粉生物学,发现达乌里秦艽同样自交亲和,且不存在无融合生殖和主动自交。

### 5 秦艽有效成分含量研究

秦艽组植物主要含有环烯醚萜(包括龙胆苦苷、獐牙菜苦苷和獐牙菜苷等)、三萜和甾体、黄酮、苯甲酸等成分,其中裂环环烯醚萜类成分是其特征性成分及主要药用成分<sup>[27]</sup>,2010版中国药典将龙胆苦苷和马钱苷酸作为秦艽的指标成分。不同品种、产地的秦艽指征性成分的含量不同,另外,指征性成分的含量还与秦艽的不同药用部位、采收季节、生长年限等多种因素有关。

杨慧玲等<sup>[28]</sup>通过测定西藏产长梗秦艽中指征性成分的含量,发现含龙胆苦苷最高,马钱苷酸次之,獐牙菜苦苷最低;Zheng等<sup>[29]</sup>对甘肃地区秦艽、达乌里秦艽、麻花艽和粗茎秦艽共19个天然种群的107个野生样品进行有效成分龙胆苦苷与遗传差异分析,结果表明秦艽的龙胆苦苷含量最高,达乌里秦艽、麻花艽次之,粗茎秦艽最低。

药用植物的道地性对药材品质至关重要。青藏高原是麻花艽的道地性产区,Yang等<sup>[30]</sup>在对青海-西藏地区不同海拔高度的26个麻花艽种群进行指征性成分含量分析,发现受试样本4种成分含量与其所存在的海拔高度、经纬度不相关,而是与其道地性有关。同样,Zhou

等<sup>[31]</sup>分析了青藏高原地区7种秦艽共83个种群的有效成分,结果显示受试样品种内和种间的含量存在显著差异,但这种差异与秦艽所在的海拔高度并无关系。

秦艽植株中龙胆苦苷含量最高的是根部,其次为花、叶和茎最少<sup>[32]</sup>。而曹晓燕等<sup>[33]</sup>测定了管花秦艽不同部位龙胆苦苷的含量,结果发现,根(9.09%)>叶(3.85%)>花(3.83%)>茎(2.74%),且部分秦艽的花、茎或叶中所含龙胆苦苷超过中国药典的要求,说明秦艽地上部分也具有较高开发利用价值。白晓朝<sup>[34]</sup>还对宁夏六盘山区的秦艽、麻花秦艽、小秦艽的栽培品与野生品的龙胆苦苷的含量进行了比较研究,结果显示野生和栽培秦艽中龙胆苦苷含量均远高于药典规定,且栽培品含量高于野生品。

秦艽中有效成分含量不仅受品种、产地和部位的影响,而且与生长季节和采收年限有很大的关系。孙菁等<sup>[35]</sup>采用HPLC测定了不同生长季节藏药麻花秦艽(即麻花艽)根中龙胆苦苷、落干酸、獐牙菜苦苷和獐牙菜苷4种环烯醚萜苷类化学成分的含量变化。结果表明,4种环烯醚萜苷类成分的含量随植物生长季节的变化而波动;陈千良等<sup>[36]</sup>测定了秦艽药材指标成分龙胆苦苷的含量和高效液相指纹图谱,结果表明3年生秦艽药材龙胆苦苷含量最高(10.25%),其次为2年生秦艽(8.57%),最低的是4年生秦艽(7.58%)。

### 6 展望

秦艽作为一种传统的中药材,随着其药用价值不断被发掘,市场需求量也不断攀升。但由于秦艽多生长在高海拔、气候冷凉的地区,生长缓慢,且秦艽种子自然发芽率低、发芽不整齐,造成秦艽人工栽培推广不易,从而使市场上秦艽药材供不应求。近年来众多学者对秦艽生物学特性进行了许多探究,该文对秦艽目前的生物学特性研究进行了综述,以期对秦艽的种质资源、形态学特性、种子生物学特性、生殖生物学特性和化学成分及药理作用进行全面、系统的了解。

目前对秦艽生物学特性的研究主要集中在种子萌发特性和有效成分含量测定等方面,但是关于秦艽各个部位有效成分的积累动态、次生代谢产物的生成途径以及分子生物学方面的研究有待深入。今后应将关于秦艽生物学特性的研究结果如提高种子发芽率及延长种子寿命的方法应用到生产实践中,并将研究重点转移到探究秦艽有效成分积累规律,从微观层面运用分子生物学技术调控秦艽有效成分合成途径,以提高秦艽的产量和质量。

### 参考文献

- [1] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1988:59-70.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 北京:化学工业出版社,

2010;253.

- [3] 蔡秋生,张志红,高慧琴. 秦艽药理作用及临床应用研究进展[J]. 甘肃中医学院学报,2010,27(6):55-58.
- [4] Wu L H, Annie Bligh S W, Leon C J, et al. Chemotaxonomically significant roboric acid from Section Crucata of *Gentiana* [J]. Biochemical Systematics and Ecology,2012,43:152-155.
- [5] 郭伟娜,熊文勇,魏朔南. 秦艽及其近缘种植物资源在我国的分布[J]. 中国野生植物资源,2009,28(2):21-28.
- [6] 曹晓燕. 秦艽种质资源研究[D]. 西安:陕西师范大学,2010.
- [7] 武玉翠,曹晓燕,王喆之. 秦艽组 6 种植物种子的比较和扫描电镜观察[J]. 种子,2011,30(2):94-97.
- [8] 王义祁,汪荣斌,王存琴,等. 秦艽组植物种子形态研究[J]. 中药材,2011,34(7):1030-1033.
- [9] 滕红梅,曹晓燕,王喆之. 不同培养条件及预处理对秦艽种子萌发的影响[J]. 种子,2008(11):87-88,91.
- [10] 牛晓雪,董学会. 秦艽种子发芽特性的研究[J]. 中国种业,2011(2):40-42.
- [11] 刘丽莎,姬可平. 秦艽种子发芽特性的研究[J]. 中草药,2002,33(3):269-271.
- [12] 林丽,陈红刚,杨韬. 光照和浸种方式对秦艽种子发芽的影响试验简报[J]. 甘肃农业科技,2007(2):17-18.
- [13] 李兵兵,魏小红,徐严. 麻花秦艽种子吸水 and 萌发特性的研究[J]. 甘肃农业大学学报,2012,5(47):88-93.
- [14] 赵敏. 龙胆种子萌发与水溶性内源抑制物质[J]. 植物生理学通讯,2004,6(40):677-679.
- [15] 蔡子平,王宏霞,漆燕玲,等. NaCl 胁迫对秦艽种子萌发的影响[J]. 北方园艺,2011(6):182-184.
- [16] 李鑫鑫,赵立波,武玉康,等. 秦艽种子萌发和种苗发育特性研究[J]. 特产研究,2012,3(34):36-38,66.
- [17] 朱晓萍,漆燕玲. 药用植物秦艽的传粉特性研究[J]. 中国中药杂志,2008,33(14):1752-1755.
- [18] 李慧娟. 秦艽的开花生物学[J]. 中草药,1994(10):530.
- [19] 张程. 麻花秦艽繁育特征和繁育系统的研究[D]. 西宁:青海师范大学,2009.
- [20] Kermer V M A. The natural history of plants[M]. London:Blackie and Son,1992:2.
- [21] Bynum M R, Smith W K. Floral movement in response to thunder-

storms improve reproductive effort in the alpine species *Gentiana algida* (Gentianaceae) [J]. American Journal of Botany,2001,88(6):1088-1095.

- [22] Webb C J, Littleton J. Flower longevity and protandry in two species of *Gentiana* (Gentianaceae)[J]. Ann Miss Bot Gard,1987,74(1):51-57.
- [23] Spira T P, Pollak O D. Comparative reproductive biology of alpine biennial and perennial *Gentianas* (*Gentiana*; Gentianaceae) in California[J]. American Journal of Botany,1986,73(1):39-47.
- [24] 朱晓萍. 药用植物秦艽的传粉特性研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2008.
- [25] 何亚平,刘建全. 青藏高原高山植物麻花艽的传粉生态学研究[J]. 生态学报,2004,2(24):215-220.
- [26] 司庆文,侯勤正,朱兴福,等. 达乌里秦艽的传粉生物学研究[J]. 西北植物学报,2010,30(12):2433-2436.
- [27] 穆祯强,于洋,高昊,等. 龙胆属秦艽组植物的化学成分和药理作用研究进展[J]. 中国中药杂志,2009,34(16):2012-2017.
- [28] 杨慧玲,司庆文,侯勤正,等. HPLC 法测定不同海拔长柄秦艽中龙胆苦苷、马钱酸、獐牙菜苦苷和獐牙菜苷[J]. 中草药,2010,41(10):1720-1722.
- [29] Zheng P, Zhang K J, Wang Z Z. Genetic diversity and gentiopicroside content of four *Gentiana* species in China revealed by ISSR and HPLC methods[J]. Biochemical Systematics and Ecology,2011,39:704-710.
- [30] Yang H L, Liu J Q, Chen S L, et al. Spatial variation profiling of four phytochemical constituents in *Gentiana straminea* (Gentianaceae)[J]. Natural Medicines,2013.
- [31] Zhou D W, Hou Q Z, Si Q W, et al. Concentrations of the Active Constituents of the Tibetan folk medicine Qinjiao (Gentianaceae, Crucata) within and between Taxonomic Species across the Qinghai-Tibetan Plateau[J]. Chemistry and Biodiversity,2010(7):2088-2094.
- [32] 白晓朝. 宁夏产秦艽中龙胆苦苷分布状态研究[J]. 安徽农业科学,2009,37(17):7983-7985.
- [33] 曹晓燕,王喆之. HPLC 测定管花秦艽不同部位龙胆苦苷的含量[J]. 中成药,2009,31(11):1792-1794.
- [34] 白晓朝. 宁夏六盘山区野生和栽培秦艽的质量对比研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(33):14598-14599.
- [35] 孙菁,李玉林,纪兰菊,等. 不同生长季节下藏药麻花秦艽活性成分含量研究[J]. 云南植物研究,2006,28(2):219-222.
- [36] 陈千良,石张燕,孙文基,等. 不同栽培年限秦艽药材质量变异研究及适宜采收年限的确定[J]. 西北大学学报,2010,40(2):277-281.

## Research Advance in the Biological Characteristics of Section Crucata Gaudin

WANG Wan<sup>1</sup>, LIANG Zong-suo<sup>1</sup>, XIE Juan-fang<sup>2</sup>, MA Zhi-ke<sup>2</sup>

(1. College of Life Science, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling Shaanxi 712100; 2. Northwest Herbs Technology Co. Ltd., Longde, Ningxia 756300)

**Abstract:** *Gentianae macrophyllae*, which belongs to Gentianaceae *Gentiana* L., is a well-known traditional Chinese medicinal herb. It has been frequently used to treat rheumatism, deficiency-heat and ease pain. With the study of medicinal values progressing, the market demand of *Gentianae macrophyllae* has been increasing remarkably and the supply of high quality medicine could not meet the demand. The research advances of Section Crucata Gaudin on germplasm resources, morphological characters, biological characteristics of seed, reproductive biology and effective constituent were reviewed in this paper, in order to provide references for further utilization of this medicine.

**Key words:** Section Crucata Gaudin; *Gentianae macrophylla* Pall.; biological characteristics