

DOI:10.19403/j.cnki.1671-1521.2019.01.005

# 林下山参鉴别纲要及其商品属性的评价

杨文志,刘 强,赵 花,张 倩  
(吉林人参研究院·吉林 通化·134001)

摘 要:本文综述了林下山参的鉴别要点,同时论述了林下山参的商品属性及其价值。

关键词:林下山参;野生人参;园参;鉴别;有效成分;作用

## The outline of identification and the evaluation of commodity properties of Ginseng cultivated under mountainous forest(Lin-Xia-Shan-shen)

YANG Wen-zhi,LIU Qiang,ZHAO Hua,ZHANG Qian  
(Jilin Ginseng Research Institute, Jilin Tonghua 134001,China)

**Abstract:**in this paper, the main points of identification of Ginseng cultivated under mountainous forest(Lin-Xia-Shan-shen) are summarized, and its commodity properties and value are also discussed.

**Keywords:**Ginseng cultivated under mountainous forest (Lin-Xia-Shan-shen),Wild ginseng,Planted ginseng, Identification, Active ingredient,Function.

本文所指的林下山参是中国药典 2015 版中的人参项下的籽海。

林下山参、野生人参、园参三者是同一种人参植物,科学上命名为 *Panax ginseng* C.A.Mey.自然传播,生长于深山密林的原生态人参称为“野生人参”,该品种在《野山参鉴定及分等质量》GB/T 18765-2008 标准公布前被称为“野山参”;栽培的人参俗称“园参”;播种在山林野生状态下自然生长的人参被称为“林下山参”,习称“籽海”。按标准规定,现在所称的“野山参”指的是生长 15 年以上的林下山参。因为野生人参是国家二级保护物种,资源几近枯竭,不让采挖,因此人参在商品类别上只有林下山参(含野山参)和园参这两类。

林下山参的特征是什么,如何鉴别?虽然有文献论述之<sup>[1-3]</sup>,但多偏向于感官论述,现代科技手段的发现和科技发展没有写进去,本文力求从多角度,多层次阐述林下山参的特征及鉴别方法,并概述其商品价值,为林下山参产业发展提供理论支持。

### 1 林下山参的鉴别依据

林下山参生产上有别于园参及野生人参,这是林下山参鉴别的依据。

首先,林下山参是回归自然的一种野性的种植方法,但种子却是人工选育的。吉林省长白山山参有限

责任公司 2004 年前做了山参品种选育项目并通过省科技厅组织的专家鉴定。实验结果揭示,马牙芦是长白山野生人参的原始品种,其基因稳定,抗病力强,形体美;而竹节芦,线芦(草芦)品种则是长白山野生人参的变异品种,因此他们将林下山参的育种目标确定为马牙芦品种。事实上,也只有马牙芦品种才能育出野山参典型的三节芦的特征。

其次,林下山参的生长环境是模拟野生人参的自然生长环境,具有伴生的动植物圈。园参种植是在人造环境中生长起来的,要打药、施肥、除草,防虫防鼠的,并要进行人工遮光处理。可以看出,林下山参生态“竞争性”比园参要突出和全面,在这个过程中,林下山参要适应自然环境生长起来,依靠自然植物遮光,有生态钳制的保护,因此产生出一种适应态。

最后,林下山参是整个生长周期都不被移动,其生长时间可长达十几年,甚至更长;而园参在生长期间要经过移栽,生长时间一般 4 到 6 年或更长。

由以上论述可以看出,林下山参的种植核心就是体现两个字—“野化”,是“野化”的人参。“野化”塑造了林下山参的外观和内在的变化,也为林下山参的鉴别提供了客观的依据。

### 2 林下山参的鉴别要点

#### 2.1 感官鉴别

感官鉴别是鉴别整支人参的有效方法,是一种经验的鉴别方法。整支林下山参的鉴别以芦、体、须为主,芋和纹为辅。前面说过,林下山参种子的选育就是依据野生人参芦的形态特征筛选繁育出来的,芦的鉴别具有极重要的地位。

高参龄林下山参的芦一般是以节为单位的,可分为二节芦,三节芦,其特点是芦比较长,呈现出一段段的特征(分别呈现的是圆芦、马牙芦和堆花芦三个特征段);但也有一部分高龄林下山参的芦因生长条件限制生成的芦较短,这样的芦被称为缩脖芦,具有明显的缢缩痕。低参龄(20年以下者)的林下山参的芦也比较长,但分节的少,干后细而直;有的芦碗间距大,不紧密,形成类似竹节的竹节芦。林下山参的体(包括腿)顺长,自然舒展,分腿“灵活”,具有“野性”之美。林下山参的须柔软不脆,清疏而长,长短不齐,类比为面条须。至于芋,其形状不定,但多为横伸或下伸,上举者几乎没有。林下山参的纹以环纹为主,老者出现较深的纹,称之为紧皮细纹,或铁线纹,但纹均出现于主体的上部(肩部),下部不出现<sup>[1,2,4]</sup>。由于野生人参市场几乎没有了,所以在此不与其相区别,但以上特征是园参所不具备的。

## 2.2 显微鉴别

显微鉴别是一种组织切片或粉末的鉴别方法,这种方法以观察细胞中后含物特征、数量为主。人参因种植方法的不同,后含物会呈现出一些特征性的变化,主要体现在草酸钙簇晶、淀粉粒以及树脂道等的形状,大小或多少上。因为生长条件和年限的不同,相较于园参,林下山参的草酸钙簇晶较多,呈现菊花状,规则并近等大;其淀粉粒较少,多单粒,脐点不明显,大小差别较大,形状规则或不规则;其树脂道较少,呈管状或挤压成不规则形;园参则在大小多少上与之相反<sup>[5]</sup>。

显微鉴别法也是一种经验方法,是观察人参的微观结构,可作为林下山参感官鉴别的有力补充。

## 2.3 仪器鉴别方法

红外光谱可用于林下山参的无损鉴别。主要原理是林下山参中的不同分子经一定频率的红外线照射后,吸收各自不同波谱的红外线,从而引发分子发生振动,并产生相应的红外吸收光谱,根据光谱分析,判断出林下山参的光谱特征,实现鉴别的目的。红外光谱鉴别的主要依据是内在成分或组成比例的差别导致出现可识别的波谱。

卜海博<sup>[6]</sup>等用近红外光谱无损地识别出林下山参,并判断了其生长年限。其过程是,首先获取林下山参、园参的红外光谱,然后对光谱进行处理,再在处理

后的光谱中找出合适的主成分数,分别建立判断模型。鉴别时将未知的样品应用于模型,从而判断未知样品属于哪一类。据报道,所建两组模型对要验证的人参正确判别率是100%。

仪器鉴别法具有客观性,是科学的鉴别方法。

## 2.4 化学成分鉴别方法

### 2.4.1 特有成分鉴别法

林下山参含有特有的 Rg3 和 Rh2 成分<sup>[3]</sup>,但含量却很低,园参不含有这两种成分;只要建立起有效的检出 Rg3 和 Rh2 的方法,就可以从园参中识别出林下山参。

### 2.4.2 指纹图谱鉴别法

指纹图谱是国际上公认的一种综合的、宏观的质量评价手段<sup>[7]</sup>。指纹图谱可以表征中药材中多成分的整体特征,根据多成分的整体特征通过相似度分析而对中药材进行鉴定。

徐世义<sup>[8]</sup>等进行了林下山参与野山参 HPLC 指纹图谱的比较研究,指出林下山参与野山参指纹图谱相似,但野山参所含组分在数量及含量上略高于林下山参。

## 2.5 遗传物质鉴别方法

林下山参遗传物质的多态位点(变异位点)明显多于栽培人参<sup>[9]</sup>,通过比较林下山参与园参所获得的 DNA 直接扩增片段长度多态性(DALP:Direct Amplification of Length Polymorphism)图谱,可以筛选出林下山参样品共有而园参没有的6条特异性DNA片段谱带,具有指纹特征,可作为鉴别林下山参与园参的有效依据。

## 3 林下山参的商品属性的评价

林下山参不仅外观上与园参有显著的不同,同时其内在成分及功效上与园参也有着重大的差别。

### 3.1 林下山参的化学成分及其比较

林下山参主要含有的有效成分的大体有皂苷类、挥发油类、糖类、黄酮类、甾醇类、氨基酸和蛋白质以及微量元素类,下面分别介绍各类有效成分。

#### 3.1.1 林下山参皂苷

野山参的总皂苷含量要求是不低于4.4%,比园参(不低于2.5%)的要求高<sup>[10]</sup>。在单体人参皂苷上,除含有园参所具有的皂苷外,还含有园参不具有的皂苷,它们是,20(S)-Rg3、20(R)-Rg3、20(S)-Rh1、20(S)-Rg2、20(R)-Rg2、20(S)-Rh2、20(R)-Rh2、西洋参皂苷F6、Rg6、Rh4、F5、C-K等<sup>[11-15]</sup>,这些成分一般被称为稀有人参皂苷<sup>[16]</sup>,有着特殊的药物活性,比如抑制肿瘤,对心脑血管的保护作用,益智作用以及免疫的作用。因此说,林下山参含有稀有人参皂苷,而园

参没有。

### 3.1.2 林下山参挥发油

人参挥发油是一类能够被水蒸汽蒸留出来,并溶于乙醚的一类物质成分。它们主要成分是单萜和倍半萜,是由不饱和烃类、醇类、酯类、有机酸以及芳香类化合物组成,具有抑菌、镇静、消炎和抗癌的功效,是人参的有效成分之一。林下山参中的挥发油以1-氧杂环十四碳-4,11-二炔(17.3%)、邻苯二甲酸正丁醇酯(16.8%)、人参炔醇(11.9%)、邻苯二甲酸二丁酯(11.5%)、正十六酸乙酯(10.4%)和邻苯二甲酸叔丁醇酯(10.3%)含量较高<sup>[16-18]</sup>,与园参比较,这些成分在园参中尚未发现,属于林下山参中特征性成分。

林下山参的挥发油的成分和含量是随参龄增长而增加。

朱海林<sup>[16]</sup>采用顶空固相微萃取新技术结合GC-MS,测定了20年参龄林下山参中挥发油的种类和含量,结果共鉴定出58个成分,主要为不饱和烃类(34.3%)、醇类(22.0%)、酯类(17.8%)和芳香类(11.7%)化合物。李海军<sup>[15]</sup>采用乙醇回流方法提取14年林下山参的挥发油,分离得到40种挥发性成分。钟方丽<sup>[19]</sup>用水蒸气蒸馏-萃取法从12年林下山参中提取到34个挥发性成分。相对应的,Qiu<sup>[20]</sup>等应用全二维气相色谱/时间飞行质谱法对3、5、8年的吉林人参(园参)进行挥发油的定性和定量的研究,确定了36种萜类挥发油成分;并发现,相对含量丰富的萜茄醇、没药醇、罗汉柏烯和棕榈酸会随着人参参龄的增长而含量显著地增加。有学者<sup>[21]</sup>从野生人参叶中的挥发油中分离出73种成分,但目前还未见到分析野生人参挥发性成分的报道。

### 3.1.3 林下山参糖类

林下山参含有单糖及多糖。与园参相比,林下山参的总糖与还原糖含量低,但水溶性的多糖含量高<sup>[22]</sup>。

药理学研究表明,人参多糖是人参的主要活性成分之一,具有免疫调节、抗补体、抗肿瘤、细胞保护、降血糖等功效,且对人参其他药理活性起协同调节作用<sup>[23-24]</sup>。

### 3.1.4 林下山参黄酮类

林下山参黄酮目前未见研究报道。有报道称园参叶及西洋参中主要黄酮是人参黄酮苷[山柰酚-3-O-β-D-半乳糖(2→1)-β-D-葡萄糖苷]<sup>[25,26]</sup>。

### 3.1.5 林下山参甾醇类

林下山参含有豆甾醇-3-O-β-D-吡喃葡萄糖苷,5,6-二氢豆甾醇-3-O-β-D-吡喃葡萄糖苷,β-胡萝卜苷,β-谷甾醇<sup>[11]</sup>。

### 3.1.6 林下山参氨基酸与蛋白质

有关林下山参的氨基酸研究还未见到报道,但从园

参的研究来看,园参含有17种氨基酸,其中必需氨基酸有7种(人体必需氨基酸共8种),而缺少的色氨酸可能是在样品制备过程中被酸解破坏了<sup>[27]</sup>。不同品种的园参氨基酸含量相差不大<sup>[28]</sup>,可以推测林下山参至少含有相同的氨基酸。

林下山参的水溶性蛋白比园参低,而且总蛋白也低。林下山参的水溶性蛋白只有园参的10%<sup>[29]</sup>。

### 3.1.7 林下山参微量元素

微量元素是人体的必须元素,也是中药材活性成分之一。虽然人体每日对微量元素的需要量很少,但对人体来说必不可少,它们的摄入过量、不足、不平衡都会不同程度地引起人体生理的异常或发生疾病,因此能够平衡地提供人体可利用的微量元素的药物就显得非常重要。已确定与人体健康和生命有关的必需微量元素一共有18个,它们是铁(Fe)、铜(Cu)、锌(Zn)、钴(Co)、锰(Mn)、铬(Cr)、硒(Se)、碘(I)、镍(Ni)、氟(F)、钼(Mo)、钒(V)、锡(Sn)、硅(Si)、锶(Sr)、硼(B)、铷(Rb)、砷(As)。

在野生人参、林下山参及园参中,总体上必需微量元素含量是呈现递次降低的规律<sup>[30]</sup>;但个别元素在林下山参和园参中较高,比如Mn元素在林下山参中最高,而Cu元素在园参中含量最高<sup>[31]</sup>,这说明环境对林下山参及园参中的微量元素有一定的影响。

林下山参中含有人体必需的微量元素有16种<sup>[32]</sup>,它们是Fe、Zn、Cu、Mn、Cr、Mo、Co、Ni、V、Sr、Se、Rb、Sn、Si、B、As。这些微量元素对人体的生长发育、营养、代谢、内分泌免疫等过程均有着极其重要的作用。值得注意的是人参中还含有一种元素,即锗(Ge)元素,其含量比其它中药材要高,具有较突出的药理活性。研究发现,有机锗的毒性极低,具有抗肿瘤、消炎与免疫调节、抗病毒、镇痛及抗衰老等药理作用。研究证实有机锗对试验鼠有防癌作用,并可治疗肝癌、肺癌、胃癌,此外对高血压、类风湿性关节炎、肝炎、胃炎等病有明显的疗效。目前未见林下山参与园参中锗元素比较的报道。

综上所述,林下山参几乎就是人体必需微量元素的载体,吃林下山参等于吃复合必需微量元素。

### 3.2 林下山参的作用与比较

人参(包括野生人参、林下山参、园参)对中枢神经系统、心血管系统、呼吸系统、消化系统、血液及造血系统、生殖系统、内分泌系统及免疫系统均有药理作用<sup>[33]</sup>,其作用机制主要是“适应原”样的作用,即对退化的进行增强、提高或修复,对有害或病原性刺激进行非特异性的抑制或保护,具有扶弱的、避害的、增强的、保护的作用。据报道<sup>[34]</sup>,人参具有抗衰老、抗疲

劳、抗氧化、镇静、镇痛、保护中枢神经细胞、保护心功能、保护血管、保护大脑、抗肿瘤、抗癌、抗辐射、抗病毒、抗应激、抗抑郁和改善记忆功能的作用;临床上用于治疗或辅助治疗神经衰弱和精神病、性功能障碍、高血压和动脉粥样硬化症、糖尿病、肝病、贫血、老年病、肿瘤及癌症。

林下山参是仿照野生人参的生长方式生产出来,是半野生人参,在功效上,生长多年的林下山参理论上与野生人参相近似。

有关林下山参与园参的功效比较研究目前还较少,但从已有的研究文献可以看出,林下山参的功效优于园参。

研究揭示,林下山参对免疫功能的影响要优于园参<sup>[35]</sup>;具有良好的抗运动性疲劳的作用(园参则无表现)<sup>[36]</sup>;抗氧化活性比园参突出,而且参龄越长者越强<sup>[37]</sup>。

在清朝是禁用栽培人参的,认为其力薄,是假冒之品。

服用野山参的韩国运动员和有关人士认为,野山参的作用是园参不能比拟的,确实是最好的健身药<sup>[2]</sup>。

### 3.3 林下山参的价值

林下山参的价值一般按参龄、大小、形态及参的完整性来论价。参龄越久者越值钱。一棵生长15年至20年的林下山参可卖几十元至几百元钱的价格,但生长20年以上的林下山参可能就过千甚至上万元了;在香港市场,10~20年的林下山参售价每公斤达10万美元以上<sup>[38]</sup>。

林下山参之所贵,是因为一方面其功效突出,另一方面稀缺。从选地到种植,再到长大,林下山参要经历抗病害,极端气候,又要防野兽(野猪、鼯鼠等)啃食;一亩地播种上万粒种子,15年后能剩下七八百颗就算丰收了<sup>[39]</sup>,因此很珍贵。由此看来,林下山参的价值应该由五部分组成,即:

林下山参价值=投资成本+时间成本+人力成本+管理费用+使用价值+稀缺性溢价

既然林下山参功效与野生人参相近,那我们再看过去野生人参的使用。

众所周知,乾隆皇帝步入古稀之年后,常服用人参,高寿89岁而去。毛主席晚年身体不好,睡眠也困难,工作人员给他泡了人参药酒,希望滋补身体,促进睡眠,毛主席用了一瓶,遗留了一瓶,现收藏于韶山毛泽东纪念馆中。

目前人参种植朝两个方向发展,一个是非林地种参,另一个就是林下种参。林下种参的面积不断扩大,据报道<sup>[40]</sup>,仅白山市在2017年累计林下参(林下山参及林下园参)发展面积达3.9万hm<sup>2</sup>,实现产值27.8

亿元,销售收入达到1.6亿,从业人员1.3万人;到2023年,预计林下参发展面积总计将达到9.3万hm<sup>2</sup>;2030年将达到13.3万hm<sup>2</sup>,是2017年的3倍半,将来林下山参有可能是药用人参的代表。

### 4 结语

林下山参是与园参不同而与野生人参相类似的人参,有野生人参药用之利,而无园参富含农残及重金属之弊,是绿色的人参。

林下山参农药残留甚微,较园参少得多。理论上说,林下山参是不能打药,不施肥料的,但由于环境污染,或种子含有农药残留,因此检测出农药残留也是有可能的,但很低。

另一方面,林下山参受重金属污染也是很轻的。研究表明,对于重金属As、Pb、Cd、Hg、Cu的含量,林下山参的重金属远低于园参而略高于野生人参。这里注意一下,As和Cu微量对人体是必需的,但超量则有害。

因为林下山参与野生人参相类似,所以我们引经据典,重温古人对野生人参的认识,促进林下山参产业的发展。《神农本草经》记载,人参(野生人参)“主补五脏,安精神,定魂魄,止惊悸,除邪气,明目,开心益智;久服,轻身延年。”

### 参 考 文 献

- [1]方土福. 野山参纯货与籽货性状特征的变异[J]. 人参研究, 2014, 26(1):42~43.
- [2]孙三省, 王雅君, 刘宝玲, 等. 山参的分类与鉴别研究(一)——谈野山参、移山参、“育山参”和“类山参”[J]. 人参研究, 1997, (3):7~10.
- [3]常相伟, 赵颖, 李德坤, 等. 林下山参化学成分及鉴别评价研究进展[J]. 中草药, 2016, 47(11):1982~1991.
- [4]孙三省, 张继, 刘宝玲, 等. 论野山参和移山参的性状特征、变异与鉴别[J]. 人参研究, 1999, (3):17~26.
- [5]薛艳玲, 肖体乔, 吴立宏, 等. 利用X射线相衬显微研究野山参的特征结构[J]. 物理学报, 2010, 59(8):5496~5507.
- [6]卜海博, 聂黎行, 王丹, 等. 近红外光谱法无损识别林下山参及其生长年限[J]. 光谱学与光谱分析, 2012, 32(7):1801~1805.
- [7]黄立兰, 程文胜, 陈耀娣, 等. 人参指纹图谱的研究进展[J]. 中草药, 2013, 44(2):241~246.
- [8]徐世义, 孙国祥, 慕善学, 等. 林下山参与野山

参 HPLC 指纹图谱比较研究 [J]. 中药材, 2013, 36(2): 213~216.

[9]王帅, 王慧, 张丽华,等. 林下参与栽培参扩增片段长度多态性指纹图谱鉴定 [J]. 中国药学杂志, 2013, 23(9):677~680.

[10]地理标志产品 吉林长白山人参.GB/T 19506~2009.

[11]钟方丽, 刘金平, 卢丹,等. 林下参的化学成分研究[J]. 中草药, 2009, 40(6):869~871.

[12]钟方丽, 刘金平, 卢丹,等. 林下参化学成分的研究[J]. 中成药, 2008, 30(2):241~243.

[13]李海军. 林下参化学成分及 SD 大鼠皮下注射 Rh2 药理和药动学的研究[D]. 吉林大学, 2012.

[14]朱海林. 基于 NMR 和 UPLC-QTOF-MS/MS 技术的林下山参化学成分研究[D]. 吉林大学, 2017.

[15]孙芳, 吴迪, 付绍平,等. 移山参、园参各部位中皂苷组成和比例的研究 [J]. 大连工业大学学报, 2007, 26(2):97~100.

[16]张乐, 宋凤瑞, 王琦. 人参稀有皂苷的研究[J]. 长春中医药大学学报, 2010, 26(2):275~277

[17]李海军, 明磊, 卢丹,等. 林下参挥发性成分的 GC-MS 分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(14): 91~92.

[18]杨艳辉, 杨兴斌, 王燕,等. 人参脂肪酸和挥发油成分的 GC-MS 分析[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2007, 35(1):77~81.

[19]钟方丽. 林下参化学成分及其生物活性的研究[D]. 吉林大学, 2008.

[20]Qiu Y, Lu X, Pang T, et al. Determination of radix ginseng volatile oils at different ages by comprehensive two-dimensional gas chromatography/time-of-flight mass spectrometry [J]. Journal of Separation Science, 2015, 31(19):3451~3457.

[21]李静, 卫永第, 陈玮瑄. 野山参叶挥发油化学成分的研究[J]. 中草药, 1996, 4:205~206.

[22]白雪媛, 赵雨, 刘海龙,等. 不同品种和年限人参中糖类含量比较研究 [J]. 安徽农业科学, 2012, 40(1):152~153.

[23]杨明, 崔志勇, 王岩,等. 人参茎叶多糖的药理作用[J]. 人参研究, 1992, 1:34~37.

[24]张彬, 林瑞超, 冯芳. 人参多糖的研究概况[J].

中国药事, 2004, 18(9):566~569.

[25]李清民, 王晓中, 周洪玉,等. HPLC 法测定人参叶中人参黄酮苷的质量分数[J]. 吉林大学学报(理学版), 2010, 48(5):865~867.

[26]张晶, 李向高, 郑毅男,等. 西洋参根中人参黄酮苷的分离鉴定 [J]. 天然产物研究与开发, 2002, 14(4):29~30.

[27]白宝璋, 陈凤云, 付菊华,等. 人参氨基酸成分的分析[J]. 氨基酸杂志, 1988, 4:36.

[28]葛尔宁, 严建伟. 人参的氨基酸含量[J]. 浙江中医药大学学报, 1997, (3):32~33.

[29]么宝金, 赵雨, 邢楠楠,等. 园参、野山参、西洋参中水溶性蛋白成分的比较研究 [J]. 时珍国医国药, 2010, 21(1):51~53.

[30]陈颖, 刘建璇, 富平,等. 野山参、林下参与园参中无机元素的测定[J]. 世界元素医学, 2011, 18(1-2):25~27.

[31]雷秀娟, 孙立伟, 麻锐,等. 不同类型人参和西洋参十二种必需元素的比较 [J]. 中国老年学, 2010, 30(7):908~910.

[32]倪静斌, 施颖玉, 倪华彦. 人参与微量元素[J]. 广东微量元素科学, 1995, 2(3):1~5.

[33]王筠默. 人参药理研究的进展[J]. 人参研究, 2001, 13(3):2~10.

[34]王本祥. 人参的临床应用[J]. 吉林医学, 1983, 4(5):54~58.

[35]徐旭, 于绍成, 窦德强. 园参与林下山参对小鼠免疫功能影响的比较[J]. 人参研究, 2014, 4:2~4.

[36]郑超楠, 南极星, 郭建鹏,等. 林下山参水提液缓解运动性疲劳的研究 [J]. 食品工业科技, 2012, 33(18):352~354.

[37]Pan H Y, Qu Y, Zhang J K, et al. Antioxidant activity of ginseng cultivated under mountainous forest with different growing years [J]. Journal of Ginseng Research, 2013, 37(3):355~360.

[38]王贺新, 宋相录. 我国林下育参研究现状及其复合经营效益[J]. 辽宁林业科技, 2002, 6:32~33.

[39]梁克弋. 林下参种植采访记[J]. 人参研究, 2018, 30(2):60~64.

[40]肖辉, 宋风玉. 白山市林下参发展现状调查分析[J]. 吉林林业科技, 2018, 47(2):35~36, 46.