

广东省金荞麦资源分布及其中药饮片产地溯源调查研究

缪绅裕

(广州大学 生命科学学院, 广东 广州 510006)

摘要:目的:对广东 68 个自然保护地的金荞麦资源进行野外调查,并对其中药饮片进行初步溯源,以期在金荞麦资源的保护和可持续利用提供依据。方法:野外调查方法采用样线法,元素含量和同位素比率测定采用仪器法。结果:在 5 个自然保护地 38 处生境共发现 926 株金荞麦,分布海拔 308.0~995.5 m。中药饮片的 $\delta^{13}\text{C}$ 比率为 -45.19% ,与乐昌杨东山一十二度水的 -31.72% 和连州田心的 -30.44% 有显著差异;饮片的 $\delta^{15}\text{N}$ 比率为 -3.10% ,与乐昌杨东山一十二度水的 4.86% 和连州田心的 1.72% 也有显著差异。结论:金荞麦在广东省的分布较窄、数量不多,需严格加强保护;初步判断其中药饮片非来源于广东乐昌杨东山一十二度水和连州田心,或许来自商家所言的原产地云南马关。**关键词:**分布;稳定同位素;碳含量;氮含量

DOI:10.11954/ytctyy.202410003

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

中图分类号:R282;Q948.15

文献标识码:A

文章编号:1673-2197(2024)10-0013-04



The Resource of *Fagopyrum Dibotrys* in Guangdong and the Preliminary Study on the Traceability of its Traditional Chinese Medicine Decoction Pieces

Miao Shenyu

(School of Life Sciences, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: Objective: In order to provide a basis for the protection and sustainable utilization of golden buckwheat resources, the field investigation of *Fagopyrum dibotrys* resources in 68 nature reserves in Guangdong Province was carried out, and the traceability of traditional Chinese medicine decoction pieces was preliminarily traced. **Methods:** The field investigation method was transected method. Elemental content and isotope ratios are determined using the instrumental method. **Results:** 926 *Fagopyrum dibotrys* individuals were found at 38 habitats in 5 nature reserves, growing among range from 308.0 m to 995.5 m in altitude. The $\delta^{13}\text{C}$ ratio of decoction pieces was -45.19% , which was significantly different from that of Yangdongshan-Shierdushui, Lechang and -30.44% of Tianxin, Lianzhou. The $\delta^{15}\text{N}$ ratio of decoction pieces was -3.10% , which was also significantly different from the 4.86% of Yangdongshan-Shierdushui, Lechang and 1.72% of Tianxin, Lianzhou. **Conclusion:** The distribution of *Fagopyrum dibotrys* in Guangdong is narrow and the quantity is shortage, so it needs to be strengthened protected. It was preliminarily judged that the Chinese medicinal decoction pieces did not come from Yangdongshan-Shierdushui, Lechang and Tianxin, Lianzhou in Guangdong, perhaps from the origin of Maguan, Yunnan, as stated by the merchant.

Keywords: Distribution; Stable Isotope; Carbon Content; Nitrogen Content

金荞麦(*Fagopyrum dibotrys* (D. Don) Hara)是蓼科荞麦属(*Fagopyrum*)植物,是一种生长于海拔250~3200m的山谷湿地、山坡灌丛的多年生草本植物,根状茎木质化,黑褐色,具有很高的药用价值,其野生资源属于重要的粮食作物野生基因库,该植物分布虽广,但因缺乏相应的资源保护,其野生天然植

物资源已急剧减少,现为国家II级重点保护野生植物^[1]。其国内产地位于华东、华中、华南及西南地区,包括陕西、广东、福建、广西、江西、湖南、云南、西藏、贵州等18个省区;国外分布于不丹、印度、克什米尔、缅甸、尼泊尔、越南、锡金和泰国等国家和地区。在我国广东省主要分布于怀集、乐昌、连平、连

收稿日期:2023-12-15

基金项目:广东省科技计划公益研究与能力建设专项资助项目(2018B030320007)

作者简介:缪绅裕(1965—),男,博士,广州大学教授,研究方向为珍稀濒危药用植物多样性及保护。E-mail: 272118197@qq.com

山、连州、清远、乳源、三水、深圳、始兴、新丰等地^[1]。

国内学术界对于金荞麦的研究较多,一般侧重于资源调查^[2-5]与收集^[3,5,6],以及遗传多样性^[4,7]、叶绿体全基因组^[8,9]、分子标记^[2,10]、生殖生态学^[11]、繁殖和保护^[1,6,12]、潜在分布区与生态特征^[13]、表型与营养成分^[14]、微量元素测定^[15]与促进吸收作用^[16]、品质^[17]、化合物的鉴定^[18]、活性成分^[19]与药理作用^[20-22]、生物合成的时空调控^[23]、内生真菌与次生代谢产物的相关性^[24],以及关于该植物的多方面研究进展等^[17,20,25-28]。资源调查主要集中在全国13个省区^[4],如西藏^[3]、云南^[2]、贵州^[7]等地(不含广东),前期研究曾对广东省的金荞麦等珍稀濒危南药植物资源进行过概况性描述^[29],但未涉及各自然保护地种群的具体数量与分布,也曾对广东连州田心金荞麦等3种稳定碳氮同位素特征进行过木本植物和草本植物的比较研究^[30],本研究主要对广东省68个自然保护地的金荞麦资源进行调查分析,并对其中药饮片溯源进行初步研究,以期深入了解广东省的金荞麦野生资源分布情况,为该植物的可持续利用和保护提供重要的参考依据。

1 材料与方法

1.1 调查地点

调查时间跨度为2019—2023年的5年间,区域为广东省境内的68个自然保护地(在文献^[29]中64个自然保护地的基础上,增加了4个自然保护地,即粤北华南虎、珠海淇澳—担杆岛省级自然保护区,斗门黄杨山、锅盖栋市级自然保护区),采用样线法进行调查,每个保护地设置3条样线,每条样线长度不短于3 km,记录各地金荞麦的种群分布地点(手持GPS定位)及数量。

1.2 样品采集

金荞麦的中药饮片购自广州最大的中药材市场——清平中药材市场,购买时商家介绍该批次饮片产自云南马关。野外样品则采自2个金荞麦种群数量最大的省级自然保护区(乐昌杨东山—十二度水和连州田心)。金荞麦根状茎、根、叶样品,每个采样地各选3株植株作为采样重复,以求出平均值及标准差,并对不同来源的同类样品进行差异性分析。

每株分别取距地面以下的根状茎、根状茎上的须根,茎端向下数的第3枚成熟叶,同时取根状茎采样处附近的土壤作为生境的土壤样品,土壤中所含的石块作为岩石样品。由于分析测试所需植物样品量要求不足10 mg^[30],每个样品采样的鲜重不超过20 g,对植株的伤害不大。

1.3 仪器

Vario PYOcube型元素分析仪(德国Elementar公司);IsoPrime 100型同位素质谱仪(英国IsoPrime公司)。

1.4 样品测定

植物样品洗净后在60℃下烘24 h,粉碎过0.149 mm筛备用。样品中C、N含量测定用元素分析仪测定,稳定性C/N同位素比率用质谱仪测定^[30]。首先将若干毫克样品放入锡箔纸囊中燃烧,形成N₂和CO₂。然后将生成的气体干燥并分离为三氯乙烯(CN模式),氧化时间设定为90 s;CuO和Cu分别作为氧化剂和还原剂;燃烧温度和还原温度分别为920℃和600℃。考虑到C/N含量测定的准确性,相对标准偏差为<1%,再通过质谱法测定¹³C和¹⁵N。使用国际标准IAEA-601、IAEA-NO₃和IAEA-N₂进行多点校准。标准品反复测定后,¹³C和¹⁵N的精度误差分别为<0.15‰和<0.4‰。整个测定过程在中国科学院广州地球化学研究所同位素研究室完成。

2 结果

2.1 金荞麦在广东省的分布现状

对广东省内68个自然保护地金荞麦种群数量进行调查,结果见表1。表1显示,在68个自然保护地中仅有5个保护地发现了金荞麦的自然分布,即出现率7.35%;5个保护地合计有38处生境共926株金荞麦。其中种群数量超过300株的有乐昌杨东山—十二度水(399株)和连州田心(306株)。从纬度看,分布最南的是清新白湾(24°11'47"),最北的是粤北华南虎(25°25'53")(该保护区由乐昌沙坪和仁化长江两片组成)。因山地的自身差异,金荞麦在各自然保护地的分布海拔范围差异较大,其中最低海拔255.8 m在清新白湾,最高海拔995.5 m在连州田心,最大高差643.9 m也在连州田心。

表1 金荞麦在广东省5个自然保护地的分布与数量

地点	纬度(N)	经度(E)	海拔(m)	生境(处)	数量(株)
曲江沙溪	24°38'54"	113°42'47"	308.0	1	50
乐昌杨东山—十二度水	25°15'51"—25°21'44"	113°24'48"—113°31'26"	456.4—935.8	8	399
连州田心	25°05'22"—25°10'20"	112°18'28"—112°24'19"	351.6—995.5	15	306
粤北华南虎	24°59'49"—25°25'53"	113°01'32"—113°57'14"	600.3—840.2	11	154
清新白湾	24°11'47"—24°18'14"	112°46'11"—112°48'03"	255.8—508.5	3	17
合计	24°11'47"—25°25'53"	112°18'28"—113°57'14"	308.0—995.5	38	926

2.2 金荞麦中药饮片和野外样品同位素特征

通过测定发现,未知产地金荞麦中药材饮片的 $\delta^{13}\text{C}$ (-45.19%)和 $\delta^{15}\text{N}$ (-3.1%)比率,显著低于采自乐昌杨东山一十二度水(-31.72% 、 4.86%)、连州田心(-30.44% 、 1.72%)的样品相应值,而上述2个野外样品在 $\delta^{13}\text{C}$ 比率上无显著差异,尽管在 $\delta^{15}\text{N}$ 比率上存在显著差异,但与饮片的差异更大,因而判

断该未知产地的中药饮片来自广东上述两地的可能性不大。乐昌杨东山一十二度水和连州田心的各部位的 $\delta^{15}\text{N}$ 比率上,除了茎的值有显著差异外,其他部位均无显著差异;而在 $\delta^{15}\text{N}$ 比率上,茎、叶、土壤方面均是乐昌杨东山一十二度水的显著高于连州田心的相应值,两地在岩石方面均未检出。测定指标,见表2。

表2 不同来源金荞麦的稳定碳氮同位素等组成特征

($\bar{x} \pm s$)

来源	部位	C(%)	N(%)	C/N	$\delta^{13}\text{C}(\%)^*$	$\delta^{15}\text{N}(\%)^{**}$
中药饮片	根状茎	36.69±0.78 b	1.15±0.29 b	31.94	-45.19±0.65 b	-3.10±0.28 c
乐昌杨东山一十二度水	根状茎	43.13±0.89 a	0.80±0.20 c	53.92	-31.72±0.49 a	4.86±0.37 a
连州田心	根状茎	35.63±0.90 b	2.18±0.37 a	16.37	-30.44±0.41 a	1.72±0.22 b
乐昌杨东山一十二度水	根	51.64±0.95 a	0.52±0.16 b	99.89	-32.52±0.43 b	3.05±0.35 a
连州田心	根	41.56±0.76 b	1.47±0.40 a	28.19	-30.70±0.41 a	1.17±0.26 b
乐昌杨东山一十二度水	叶	41.22±0.64 b	2.93±0.61 b	14.07	-31.39±0.28 a	6.82±0.55 a
连州田心	叶	47.26±0.49 a	4.49±0.78 a	10.52	-31.69±0.34 a	5.03±0.41 b
乐昌杨东山一十二度水	土壤	5.25±0.09 a	0.39±0.08 a	13.60	-29.74±0.50 a	7.91±0.63 a
连州田心	土壤	3.70±0.06 b	0.29±0.06 a	12.68	-29.50±0.31 a	5.02±0.38 b
乐昌杨东山一十二度水	岩石	0.17±0.03 a	0.02±0.01 a	10.81	-26.71±0.36 a	—
连州田心	岩石	0.16±0.03 a	0.01±0.00 a	14.36	-27.54±0.44 a	—

注:表中同一列中的不同部位(根状茎、根、叶、土壤、岩石5部分各自比较)的不同小写字母(a,b,c)表示有显著性差异($P<0.05$)。“—”为未检出。* 稳定同位素丰度表示为样品中2种含量最多同位素比率与国际标准中相应比率之间的比值,用符号(δ)表示。以C为例: $\delta\text{C}(\%) = ((\text{C}/\text{C}_{\text{标准}}) - 1) \times 1000$;标准物质的稳定同位素丰度被定义为0‰。C的国际标准物质为 Pee Dee Belemnite(PBD,一种碳酸盐物质),其公认的同位素绝对比率(C/C)为0.011 237 2。如果某种物质的C/C比率 $>0.011\ 237\ 2$,则具有正值;若其 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比率 $<0.011\ 237\ 2$,则具有负值。**同理,N以大气为国际标准物质,N/N比率 $>0.003\ 676$,则具有正值;若其 $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ 比率 $<0.003\ 676$,则具有负值。

根据表2,不同部位的样品各测定指标差异较大,其中植株有机体的C、N含量显著高于土壤、岩石的相应值。乐昌杨东山一十二度水和连州田心植株的根状茎、根的N含量均显著低于叶片。不同样品的C/N的变化规律均不明显。一般陆地 C_4 植物(高光效植物,能利用更低浓度的 CO_2)叶片 $\delta^{13}\text{C}$ 平均值为 -15.0% ;陆地 C_3 植物(低光效植物)叶片 $\delta^{13}\text{C}$ 平均值为 $-32\% \sim -22\%$ ^[30],本研究测定的金荞麦叶片 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 -31.69% (连州田心)或 -31.39% (乐昌杨东山一十二度水),因此推断金荞麦属于典型的 C_3 植物。

3 讨论

对广东38种珍稀濒危南药植物资源的分布出现频率进行分类,金荞麦被评估为罕见种和濒临灭绝种^[29],即在64个保护地中仅有4个有金荞麦的野生种群(27个生境计772株),出现率为6.25%;本研究在原来64个自然保护地的基础上,新增4个(共68个)自然保护地,仅在其中5个发现有金荞麦自然分布,出现率为7.35%。整体上分布地点少,数量稀少,符合国家重点保护野生植物资源稀缺性的特征,因而需要加强就地保护,尤其是在自然保护地范围内。

本研究中,金荞麦分布的海拔高度为308.0~995.5m,最低海拔308m(曲江沙溪),比全国最低的

250m^[5]略高;最高海拔995.5m(连州田心),远低于全国最高分布海拔3200m^[5],由此可见不同省份金荞麦的分布海拔差异较大。我国野生金荞麦资源分布在 $90^{\circ}44'28''\text{E}\sim 119^{\circ}36'37''\text{E}$ 、 $24^{\circ}59'66''\text{N}$ (原文如此,通常不超过 $60''$) $\sim 33^{\circ}53'16''\text{N}$ 的亚热带季风气候区^[5]。本调查研究所得的广东金荞麦已知分布范围 $112^{\circ}18'28''\text{E}\sim 113^{\circ}57'14''\text{E}$ 、 $24^{\circ}11'47''\text{N}\sim 25^{\circ}25'53''\text{N}$,其经度完全在上述分布区大范围内,但最低纬度比文献记载的低了 $48'47''$,也即分布的南界更靠南,而分布点曲江沙溪正好处于南亚热带的北界,本研究所调查得到的金荞麦在广东的分布区符合金荞麦潜在分布区纬度 $22^{\circ}\sim 35^{\circ}\text{N}$ ^[13]的范围内。根据模型预测广东东北部为边缘适生区,而南部为非适生区^[13],本研究的调查结果也显示,粤北山区(乐昌、连州、仁化)的金荞麦分布点及种群数量较多,而更靠南的清新相对较少,符合上述文献的预测结果。

不同产地中药材的溯源可通过碳稳定同位素组成上留下的区别印迹来鉴定,氮稳定同位素则受施肥作用影响,其比值的变化的主要与药材种植过程中的肥料使用情况有关^[31]。研究表明,利用稳定同位素和矿物元素相结合的技术可对当归(*Angelica sinensis*)和太子参(*Pseudostellaria heterophylla*)进行有效的产地判别^[32,33]。5个产区的金银花中碳、氮稳定同位素比率和22种矿物元素含量之间均存在

极显著差异^[34]。来自3个产区的何首乌(*Pleuropteris multiflorus*)药材中的C、H、O稳定同位素比值存在差异,其中 $\delta^{13}\text{C}$ 和 δ^{D} 变化幅度最大,提示可作为何首乌产地识别的重要指标;若结合药材内矿质元素含量,则准确率可达100%^[35]。

本研究中各测定指标在2个野外采样地之间的变化较大,总体上 $\delta^{13}\text{C}$ 比率比 $\delta^{15}\text{N}$ 值稳定,可作为金荞麦中药饮片溯源的主要指标。本研究推断本批次的金荞麦饮片溯源并非来自广东的上述2个野外生长地,而有可能来源于购买饮片时商家所言的云南马关。因未对各测定指标之间的相关性进行综合判断,故要准确判断中药饮片的来源,尚需采集更大分布区范围的更多样品进行测定,并建立相关模型进行深入分析研究。

参考文献:

- [1] 王瑞江. 广东重点保护野生植物[M]. 广州: 广东科技出版社, 2019.
- [2] 程成, 张凯旋, 唐宇, 等. 云南金荞麦野生资源考察及遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2019, 20(6): 1438-1446.
- [3] 沈伦豪, 任奎, 唐宇, 等. 西藏野生荞麦种质资源的调查与收集[J]. 植物遗传资源学报, 2022, 23(3): 768-774.
- [4] 任奎. 中国野生金荞麦的资源调查与遗传多样性分析[D]. 长沙: 湖南科技大学, 2022.
- [5] 任奎, 沈伦豪, 唐宇, 等. 中国野生金荞麦种质资源的调查与收集[J]. 植物遗传资源学报, 2022, 23(4): 964-971.
- [6] 李伟. 金荞麦种质资源的收集鉴定及其异位保护圃的建设[J]. 植物遗传资源学报, 2023, 24(4): 1209.
- [7] 邓蓉, 王安娜, 张定红, 等. 贵州金荞麦种质资源遗传多样性ISSR研究[J]. 种子, 2018, 37(1): 4-7.
- [8] ZHANG Y, CHEN C. The complete chloroplast genome sequence of the medicinal plant *Fagopyrum dibotrys* (Polygonaceae)[J]. Mitochondrial DNA Part B: Resources, 2018, 3(2): 1087-1089.
- [9] WANG X M, ZHOU T, BAI G Q, et al. Complete chloroplast genome sequence of *Fagopyrum dibotrys*: Genome features, comparative analysis and phylogenetic relationships[J]. Scientific Reports, 2018, 8: 12379.
- [10] 赵莎, 郑司浩, 李进瞳, 等. 不同产地野生金荞麦 SSR 标记鉴定[J]. 中国现代中药, 2021, 23(12): 2067-2071.
- [11] CHEN M L, YOU Y L, WEN H H, et al. The breeding system and reproductive ecology of the endangered plant *Fagopyrum dibotrys* (D. Don) Hara[J]. Bangladesh Journal of Botany, 2014, 43(2): 197-205.
- [12] 沈伦豪, 赖弟利, 唐宇, 等. 野生金荞麦种质资源异地繁殖与保护研究[J]. 植物遗传资源学报, 2023, 24(3): 889-895.
- [13] 郭杰, 张琴, 张东方, 等. 金荞麦的潜在分布区及生态特征[J]. 植物保护学报, 2018, 45(3): 489-495.
- [14] 史吟欣, 胡利珍, 张志飞, 等. 不同生境对野生金荞麦植物表型和营养成分的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2021, 47(3): 299-304.
- [15] WANG J Y, WANG Y Z, ZENG Y, et al. Spectrometric determination of terac elements in anticancer new medicine *Fagopyrum dibotrys*[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2011, 31(1): 253-255.
- [16] LI Z Y, XIAO Y Y, ZHOU K X, et al. Water extract of *Fagopyrum dibotrys* (D. Don) Hara straw increases selenium accumulation in peach seedlings under selenium-contaminated soil[J]. International Journal of Phytoremediation, 2023, 2023: 2255287.
- [17] 王璐媛. 金荞麦根茎药用品质及其遗传研究[D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2020.
- [18] ZHANG M, ZHANG X K, PEI J, et al. Identification of phytochemical compounds of *Fagopyrum dibotrys* and their targets by metabolomics, network pharmacology and molecular docking studies[J]. Heliyon, 2023, 9(3): e14029.
- [19] 罗庆林, 周美亮, 陈松树, 等. 金荞麦的活性成分和药用价值研究进展[J]. 山地农业生物学报, 2020, 39(2): 1-13.
- [20] 严晶, 袁嘉嘉, 刘丽娜, 等. 金荞麦药理作用及临床应用研究进展[J]. 山东中医杂志, 2017, 36(7): 621-624.
- [21] 杨亭, 陈小连, 胡利珍, 等. 金荞麦的药理作用及在动物生产中的应用[J]. 草业科学, 2023, 40(9): 2411-2423.
- [22] LI X, LIU J L, CHANG Q X, et al. Antioxidant and antidiabetic activity of proanthocyanidins from *Fagopyrum dibotrys*[J]. Molecules, 2021, 26(9): 2417.
- [23] GUO X W, LUO Z L, ZHANG M, et al. The spatiotemporal regulations of epicatechin biosynthesis under normal flowering and the continuous inflorescence removal treatment in *Fagopyrum dibotrys*[J]. BMC Plant Biology, 2022, 22(1): 379.
- [24] MA N, YIN D P, LIU Y, et al. Succession of endophytic fungi and rhizosphere soil fungi and their correlation with secondary metabolites in *Fagopyrum dibotrys*[J]. Frontiers in Microbiology, 2023, 14: 1220431.
- [25] 焦连魁, 曾燕, 赵润怀, 等. 金荞麦资源研究进展[J]. 中国现代中药, 2016, 18(4): 519-525.
- [26] 王璐媛, 黄娟, 陈庆富, 等. 金荞麦的研究进展[J]. 中药材, 2019, 42(9): 2206-2208.
- [27] 杨玺文, 张燕, 李隆云. 药用植物金荞麦研究进展[J]. 中国现代中药, 2019, 21(6): 837-846.
- [28] ZHANG L L, HE Y, SHENG F Y, et al. Towards a better understanding of *Fagopyrum dibotrys*: a systematic review[J]. Chinese Medicine, 2021, 16(1): 89.
- [29] 陶文琴, 廖初琴, 黄建睿, 等. 广东野生珍稀濒危南药植物资源调查研究[J]. 中国野生植物资源, 2022, 41(11): 74-79.
- [30] 唐志信, 李春波, 陈伟霖, 等. 广东连州自然分布的3种植物体内及根际环境中稳定性碳和氮同位素的分析[J]. 植物资源与环境学报, 2017, 26(2): 76-82.
- [31] 余代鑫, 郭盛, 杨健, 等. 稳定同位素技术在中药材产地溯源中的应用与展望[J]. 中国中药杂志, 2022, 47(4): 862-871.
- [32] 杨燕, 刘峰, 李晓波. 基于稳定同位素比率及微量元素含量差异的当归产地溯源分析[J]. 中药材, 2020, 43(11): 2650-2656.
- [33] 张颖, 许文, 徐伟, 等. 基于稳定性同位素比率及碳氮含量差异的太子参产地溯源分析[J]. 中药材, 2023, 46(1): 123-129.
- [34] 魏静娜, 李安, 张强, 等. 基于稳定同位素与矿物元素指纹特征的金银花产地溯源研究[J]. 农产品质量与安全, 2023, 32(1): 73-80.
- [35] 杨健, 吴浩, 黄璐琦, 等. 基于稳定同位素比和元素分析技术的何首乌产地识别研究[J]. 中国中药杂志, 2018, 43(13): 2676-2681.

(编辑: 陈湧涛)