

药食兼用型金荞麦‘金荞1号’品质评价及最佳采收期研究

郭欣慰 赵锋 李艾莲*

(中国医学科学院 药用植物研究所,北京 100193)

摘要 为探讨金荞麦叶片作为药食兼用保健蔬菜的最佳采收期,以金荞麦优质高产新品种‘金荞1号’为研究对象,通过分析不同生长期黄酮类、多酚类和花青素类三种活性成分的含量变化并进行营养成分评价。结果表明:1)金荞麦‘金荞1号’茎叶中黄酮类和花青素类物质含量在整个苗期均高于株系;多酚类物质含量在苗期第45 d时开始高于绿茎株系,苗期60 d时多酚类、黄酮类及花青素类物质含量均达到最高;2)与常见叶类蔬菜和对照株系相比,‘金荞1号’出苗后60 d,叶片蛋白质、膳食纤维、维生素C含量较高,脂肪含量显著降低,碳水化合物含量无差异。因此,以药食兼用品质为指标,‘金荞1号’叶片最佳采收期为出苗后60 d左右。

关键词 金荞麦;非药用部位;多酚类;黄酮类;药食兼用

中图分类号 S567.239

文章编号 1007-4333(2019)03-0036-07

文献标志码 A

Quality evaluation of dual-purpose type (medicine and food) *Fagopyrum dibotry* ‘Jinqiao No. 1’ and its best harvesting time

GUO Xinwei, ZHAO Feng, LI Ailian*

(Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract The aim of this study was to investigate the best harvesting time of *Fagopyrum dibotry* as dual-purpose (medicine and food) vegetable. A high-epicatechin *Fd* species ‘Jinqiao No. 1’, which was selected from mutation breeding, was used as materials. The contents of active ingredients and nutrition ingredients were detected in the two species, and the best harvest time of *Fd* leaves was studied at different growth stages. The results showed that the contents of flavonoids and anthocyanin in ‘Jinqiao No. 1’ were significantly higher than those in control. The contents of flavonoids, anthocyanin and polyphenol of *Fd* leaves reached the highest point at 60 d of seedling stage. Compared with normal leaf vegetable, the contents of protein, dietary fiber and VC in the leaves of ‘Jinqiao No. 1’ increased, while the content of fat decreased. In conclusion, according to the indexes of medicine and food quality, the best harvest time of *Fd* leaves was 60 d after seedling-emerging.

Keywords *Fagopyrum dibotry* (D. Don.) Hara.; non-medicinal parts; polyphenol; flavonoid; medicine and food quality

金荞麦(*Fagopyrum dibotrys*)为蓼科荞麦属多年生宿根草本植物,被列为第一批国家Ⅱ级重点保护野生植物。富含黄酮类、多酚类和缩合鞣质类等次生代谢物;以根部入药,药效成分为原花青素的单体表儿茶素,具有抗菌消炎、排脓祛淤、清热解毒、抗氧化和防癌的功效。被列为《既是食品又是药品的

物品名单》^[1]、《可用于保健食品的物品名单》^[2]和《中国药用植物志》(第一卷)^[3],可作药、食和饲兼用。

成年金荞麦株高1.6~2.0 m,分枝9~12个,单株茎叶干物质量为380~600 g,是根部的3倍^[4];具有重茬性,全年最多可刈割6~9次^[5]。叶

收稿日期:2018-04-25

基金项目:生物医药与生命科学创新培育研究(Z151100003915136)

第一作者:郭欣慰,助理研究员,主要从事中药材栽培与育种研究,E-mail:gwgwbty@126.com

通讯作者:李艾莲,研究员,主要从事中药材栽培与育种研究,E-mail:ailianli163@163.com

片黄酮含量为5%~10%,是其他部位的2倍以上^[6-7];叶片花青素合成也较根部更为活跃^[8]。目前,对金荞麦茎叶的研究主要在饲用、茶用方面:作为牧草,可提高瘦肉率、减少精料使用量、提高畜禽免疫力^[9-10];以芽尖作发酵茶,可治疗多种慢性和急性炎症^[7,11];但对其药食兼用价值(例如作为保健蔬菜)的开发还相对较少,致使金荞麦作为中药材生产时,大量茎叶在根部采收后遗弃田间,造成资源浪费和环境污染。

金荞麦生长周期为180~210 d,通常4月播种、进入苗期,5月进入拔节和分枝期,7月进入孕蕾期,9月种子成熟,以分枝期叶量丰富、茎叶比最高^[5]。叶片双聚原矢车菊甙元含量最高峰在花期,为3.95%^[12];叶片中缩合原花色甙元含量在种子成熟期最高^[13]。但其叶片总黄酮等主要活性成分的积累模式目前尚未清晰,导致金荞麦叶片药食兼用价值开发过程中,采收期的选择理论依据不足。

前期以原产江苏的绿茎金荞麦为试材,通过辐射诱变育成新品种‘金荞1号’(京品鉴药2012021),其根部表儿茶素含量为0.09%,是《中华人民共和国药典》(2015版)^[14]标准的3倍左右;其茎叶花青素含量显著高于绿茎^[15]。然而对金荞麦叶片药食兼用特性的品质评价鲜有报道。本研究即以‘金荞1号’和绿茎株系为试材,通过分析其不同生长时期叶片总多酚、总黄酮和花青素的积累模式及营养成分,以期为金荞麦叶片药食兼用品质的开发完善理论依据,提高金荞麦非药用部位资源利用率。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为原产江苏的金荞麦绿茎株系(图1(a))和该株系经⁶⁰Co- γ 诱变产生的新品种‘金荞1号’(京品鉴药2012021)(图1(b))的幼嫩、健康叶片。2个株系于3月15日同时播种于中国医科院药用植物研究所北京试验地,株行距为60×80 cm。第一次取样为出苗后15 d (Day After Seedling, DAS),之后每隔15 d取样1次,共取5次(DAS 15, DAS 30, DAS 45, DAS 60和DAS 75)。每株取样部位均为从茎尖部位完全展开的健康、幼嫩新叶。每次每个株系取样3份,取样后立即开始烘干处理,准备活性成分分析。

根据金荞麦不同生长时期活性成分分析结果,取‘金荞1号’和绿茎株系最佳采收期的幼嫩、健康

叶片鲜样50 g,进行营养成分分析。



(a)‘金荞1号’;(b)绿茎株系(标尺=3 cm)
(a)‘Jinqiao No. 1’;(b) Control (bar=3 cm)

图1 金荞麦试验材料‘金荞1号’

Fig. 1 *Fagopyrum dibotrys* ‘Jinqiao No. 1’ and its control

1.2 试验方法

没食子酸(Gallic Acid)、芦丁和花青素标准品(天津马克生物技术有限公司,纯度>98%质量百分数);正己烷、乙醇、碳酸钠、亚硝酸钠、硝酸铝、氢氧化钠和Fonlin Cioaltea试剂均购于北京化工厂,为国产分析纯。配制用水为ddH₂O。有效成分的含量测定参考《中华人民共和国药典》^[14],营养成分的含量测定参考《中华人民共和国国家标准》^[16-19]。

1.2.1 总黄酮含量测定

称取芦丁对照品11.2 mg,加60%乙醇溶解、定容至100 mL,分别吸取芦丁标准液0、0.4、0.8、1.2、1.6、2.0 mL,用60%的乙醇补充至5.0 mL,加入5% NaNO₂溶液0.4 mL,摇匀;放置6 min后加入10% Al(NO₃)₃溶液0.4 mL,摇匀;放置6 min后加入1.0 mol/L NaOH溶液4 mL,摇匀,再加60%乙醇补至10 mL,摇匀,静置20 min,按照紫外-可见分光光度法,于510 nm波长下测定标准品吸光值。以芦丁浓度,mg/mL,为横坐标,吸光值为纵坐标,绘制标准曲线。

取金荞麦叶片100 g,60℃下烘至恒重,粉碎后分别过65目筛,称取1.0 g干粉置于具塞三角瓶中,加入60%乙醇30 mL,40℃超声提取20 min,真空浓缩至近干,用60%乙醇定容至10 mL,即得粗提液,4℃保存备用。

取1 mL粗提液于10 mL具塞试管中,按照芦丁标准品的配制方法,于510 nm波长下测定样品吸光度,重复3次,取平均值。将其代入标准曲线方程计算出黄酮浓度 $C_{\text{样品}}$ 。按下列公式计算出金荞麦提取物中的黄酮含量 W ,测定结果以芦丁当量干物质表示,mg/g:

$$W = (C_{\text{样品}} \times V_1) / (m \times V_2)$$

式中： $C_{\text{样品}}$ ，从回归方程计算得样品黄酮的芦丁当量，mg； V_1 ，测定体积，mL； V_2 ，提取液体积，mL； m ，样品质量，g。

取适量金荞麦样品的总黄酮提取液 5 份，按上述方法测定总黄酮含量，考察该方法的精密度。再取 5 份样品总黄酮提取液，在 10 h 内每隔 2 h 测定总黄酮含量，考察该方法的稳定性。证实该方法可行后进行样品测定。

1.2.2 总多酚含量测定

称取没食子酸标准品 20 mg，加 95% 乙醇溶解、定容至 100 mL。分别吸取没食子酸标准溶液 0.00、0.05、0.10、0.15、0.20、0.25 和 0.30 mL，按照紫外-可见分光光度法，于 760 nm 波长下测定标准品吸光值。以没食子酸浓度，mg/mL 为横坐标，吸光度值为纵坐标，绘制标准曲线。

取金荞麦叶片 50 g，60 °C 烘至恒重，粉碎后分别过 40 目筛，称取 3.0 g 干粉置于具塞三角瓶中，加入正己烷 90 mL，40 °C 超声提取 20 min，室温 3 000 r/min 离心 10 min，真空浓缩至近干，用 95% 乙醇定容至 25 mL，即得粗提液，4 °C 保存备用。

取 2.0 mL 粗提液于 10 mL 具塞试管中，加入 0.5 × Folin Cioaltea 试剂 (ddH₂O 稀释 1 倍) 4 mL，摇匀，然后加入 7.5% Na₂CO₃ 溶液 4 mL，ddH₂O 定容至 10 mL，充分混匀后 37 °C 水浴 30 min。以 0.5 × Folin Cioaltea 试剂为空白对照，按照紫外-可见分光光度法，于 760 nm 波长下测定样品吸光值，重复 3 次，取平均值。将其代入标准曲线方程计算出多酚浓度 $C_{\text{样品}}$ 。按下列公式计算出金荞麦提取物中的多酚含量 W ，测定结果以没食子酸当量干物质表示，mg/g：

$$W = (C_{\text{样品}} \times V_1) / (m \times V_2)$$

式中： $C_{\text{样品}}$ —从回归方程计算得样品多酚的没食子酸当量，mg； V_1 —测定体积，mL； V_2 —提取液体积，mL； m —样品质量，g。

取适量金荞麦样品的总多酚提取液 5 份，按上述方法测定总多酚含量，考察该方法的精密度。再取 5 份样品总多酚提取液，在 10 h 内每隔 2 h 测定总多酚含量，考察该方法的稳定性。证实该方法可行后进行样品测定。

1.2.3 花青素含量测定

取金荞麦叶片 0.5 g，剪至 1~2 mm² 的小块，加入甲醇盐酸溶液 5 mL (甲醇：ddH₂O：盐酸 = 79：20：1)，在室温条件下避光提取 24 h，4 °C，

3 000 r/min 离心 10 min，取上清，即得粗提液，4 °C 保存备用。

测定方法同 1.2.2 黄酮含量测定方法，于 530 nm 波长下测定样品吸光度，重复 3 次，取平均值。花青素测定结果以干物质比，mg/g 表示。

1.2.4 营养成分分析

参照中华人民共和国国家标准，测定金荞麦叶片粗脂肪 (GB5009.6—2003，索氏抽提法)^[16]、蛋白质 (GBT5009.5—2003，凯氏定氮法)^[17]、膳食纤维 (GBT5009.88—2008，中性洗涤剂法)^[18] 和维生素 C (GB/T6195—1986，2,6-二氯靛酚滴定法)^[19] 的含量。采用日本日立公司 L-8900 型氨基酸自动分析仪测定各氨基酸含量，色氨酸采用碱水解法，胱氨酸以过甲酸氧化法处理，其他氨基酸均用酸解。碳水化合物测定采用加和法：碳水化合物，% = 各类碳水化合物之和 (包括单糖、寡糖、低聚糖和多糖等)，重复 3 次。

测定结果与中国食物成分表 (2009 版)^[20] 中常见的 7 种叶类蔬菜 (油菜、圆白菜、菠菜、大白菜、芹菜、生菜和小白菜) 比较，评价碳水化合物、蛋白、脂肪、膳食纤维和维生素 C 的价值；根据依据 FAO/WHO 建议的每克氮的氨基酸评分标准模式对氨基酸进行评价^[21]。

$$\text{AAS} = \frac{\text{试验蛋白氨基酸含量}}{\text{FAO/WHO 评分标准模式氨基酸含量}}$$

1.3 统计分析

使用 EXCEL 和 SPSS 软件进行方差分析与统计作图。

2 结果与分析

2.1 金荞麦叶片总黄酮含量的积累模式

如表 1 所示，‘金荞 1 号’和绿茎株系的叶片总黄酮含量变化趋势相似，总黄酮含量自出苗 15 d 后逐渐升高，在出苗 60 d 后达到最高，之后略降低。在出苗 15~75 d，‘金荞 1 号’总黄酮含量均显著高于绿茎株系，在出苗后 60 d 时，‘金荞 1 号’总黄酮含量为 100.20 ± 2.20 mg/g，对照总黄酮含量为 90.58 ± 1.50 mg/g。

2.2 金荞麦叶片总多酚含量的积累模式

如表 1 所示，‘金荞 1 号’和绿茎株系的叶片总多酚含量变化趋势相似，总多酚含量自出苗 15 d 后逐渐升高，在出苗 60 d 后达到最高，之后‘金荞 1 号’总多酚含量略降低，对照多酚含量基本不变。在出苗 15~75 d，‘金荞 1 号’总多酚含量均显著高于

表1 金荞麦活性成分含量测定

Table 1 Determination of total polyphenol, total flavonoid and anthocyanin of *F. dibotrys* mg/g

取样时间处理 Time point	总多酚含量 Polyphenol content		总黄酮含量 Flavonoid content		花青素含量 Flavonoid content	
	‘金荞1号’ ‘Jinqiao No. 1’	绿茎株系 Control	‘金荞1号’ ‘Jinqiao No. 1’	绿茎株系 Control	‘金荞1号’ ‘Jinqiao No. 1’	绿茎株系 Control
	DAS 15	23.56±2.3 a	25.20±2.5 a	53.10±2.5 a	40.15±2.2 b	7.05±1.0 a
DAS 30	38.75±3.5 a	36.72±3.8 a	71.01±1.8 a	56.02±3.5 b	8.91±1.5 a	5.53±1.6 b
DAS 45	52.50±3.0 a	42.89±1.5 b	92.55±4.0 a	79.52±3.8 b	10.84±1.2 a	7.26±1.0 b
DAS 60	63.05±2.0 a	50.96±3.0 b	100.20±2.2 a	90.58±1.5 b	12.75±2.0 a	8.25±1.5 b
DAS 75	55.11±3.2 a	49.05±1.8 b	97.50±2.0 a	86.25±1.8 b	11.20±1.5 a	7.80±1.8 b

注:不同字母表示在水平0.05的显著差异

Note: Different letters indicate significantly differences at 0.05 level.

绿茎株系,二者在出苗15~30 d差异不显著,在45~75 d内差异显著,其中出苗60 d时差异最显著,‘金荞1号’总多酚含量为63.05±2.00 mg/g,对照总多酚含量为50.96±3.00 mg/g。

2.3 金荞麦叶片花青素含量的积累模式

如表1所示,对叶片花青素的含量测定结果显示,‘金荞1号’和绿茎株系的花青素含量变化趋势与总多酚和总黄酮类似,出苗15 d后逐渐增高之后略降低,在出苗后60 d达到最高,‘金荞1号’为12.75±2.00 mg/g,绿茎株系为8.25±1.50。在出苗后15~75 d,‘金荞1号’花青素含量均显著高于绿茎株系,且二者的差异较总多酚和总黄酮含量更

大,其中在出苗15 d时二者差异最显著,‘金荞1号’花青素含量为7.05±1.00 mg/g,是对照的2.5倍以上。

2.4 金荞麦叶片营养成分分析

在出苗后60 d总黄酮、总多酚和花青素处于峰值时,测定了金荞麦叶片相关营养成分的含量;表2显示,与绿茎株系相比,‘金荞1号’的碳水化合物、蛋白质、膳食纤维和维生素C含量较高,而脂肪含量较低。同时,‘金荞1号’蛋白质、膳食纤维和维生素C含量均显著高于我国7种常见叶类蔬菜(油菜、圆白菜、菠菜、大白菜、芹菜、生菜和小白菜),碳水化合物和脂肪含量则比上述叶类蔬菜低。

表2 金荞麦与我国常见叶类蔬菜营养成分含量比较

Table 2 Comparison of nutrient content of *f. dibotrys* and

Chinese common leaf vegetables

g/100 g

材料 Sample	蛋白质 Protein	碳水化合物 Carbohydrate	脂肪 Fat	膳食纤维 Dietary fiber	维生素C Vitamin C
金荞麦‘金荞1号’ ‘Jinqiao No. 1’	3.37	1.9	0.1	2.6	45
金荞麦绿茎株系 Control	2.64	1.5	0.2	2.0	40
油菜 Oilseed rape	1.8	2.7	0.5	1.1	36
圆白菜 Cabbage	1.5	3.6	0.2	1.0	40
菠菜 Spinach	2.6	1.7	0.3	1.7	32
大白菜 Chinese cabbage	1.4	2.1	0.1	0.9	28
芹菜 Celery	1.4	1.3	0.2	0.9	5
生菜 Lettuce	1.3	1.3	0.3	0.7	13
小白菜 Pakchoi	1.5	1.6	0.3	1.1	28

表3和表4显示,2种金荞麦的氨基酸种类齐全,18种氨基酸中,谷氨酸(Glu)含量最高;必需氨基酸中,亮氨酸(Leu)含量最高。2种金荞麦的必需

氨基酸与总氨基酸的比值(EAA/TAA)均高于FAO/WHO的理想数值36%,在总氨基酸和必需氨基酸比例上‘金荞1号’均高于绿茎株系。

表3 金荞麦必需氨基酸含量测定

Table 3 Determination of essential amino acid of *F. ditoris*

材料 Material	各必需氨基酸含量/(mg/g) Essential amino acid content								必需 氨基酸/% Essential amino acid (E)	总氨 基酸/% Total amino acid (T)	必需 氨基酸/% 总氨基酸 E/T	必需 氨基酸/% 非必需 氨基酸 E/N
	Thr	Val	Met+ Cys	Ile	Leu	Phe+ Tyr	Lys	Trp				
‘金荞1号’ ‘Jinqiao No. 1’	0.14	0.16	0.08	0.12	0.26	0.29	0.18	0.04	1.27	2.95	43.1	0.76
绿茎株系 Control	0.11	0.12	0.06	0.10	0.21	0.21	0.14	0.04	0.99	2.36	41.9	0.72

表4 金荞麦非必需氨基酸含量测定

Table 4 Determination of non-essential amino acid of *F. ditoris*

材料 Material	各非必需氨基酸含量/(mg/g) Non-essential amino acid content										非必需氨基酸/% Non-essential amino acid (N)
	Asp	Ser	Glu	Gly	Ala	Cys	Tyr	His	Arg	Pro	
‘金荞1号’ ‘Jinqiao No. 1’	0.28	0.14	0.36	0.17	0.18	0.04	0.12	0.07	0.18	0.14	1.68
绿茎株系 Control	0.22	0.11	0.30	0.13	0.15	0.03	0.08	0.06	0.14	0.15	1.37

3 讨论

在金荞麦茎叶采收期的选择上,前人以金荞麦牧草品种做了部分研究;邓蓉等^[5]提出金荞麦叶片在分枝期茎叶比最高;薛红等^[9]提出金荞麦茎叶干物质中,粗蛋白和氨基酸含量在分枝期较高;韩勇等^[22]通过猪消化率测定研究,提出而作为饲料生产和最佳采收期为孕蕾期。

3.1 茎叶类药材最佳采收期的研究

确定药材的最佳采收期应重点基于有效成分含量、产量两方面考虑。以茎、叶为主要药用部位的全草类药材的最佳采收期一般为现蕾期至初花期,因为此时营养生长还保持旺盛,而盛花期后由于生殖生长速率提高,大量营养物质被消耗,影响药材的质量和产量。此外,各有效成分的变化规律不尽相同,应根据生产目的具体选择。例如对铁皮石斛而言,

以清音明目为治疗目的时,应在有效成分石斛碱含量最高的第4年采收,以增强免疫为治疗目的时,应在石斛多糖含量较高的第1、3年采收,若兼顾上述两者及产量,则应在第3年秋季^[23]。

与侧重茎叶生产的牧草型金荞麦定位不同,本研究以开发金荞麦叶片药食兼用和保健价值为最终目标,对金荞麦叶片的开发利用以尽可能不弱化金荞麦药用价值为前提,而金荞麦根部在花期前后,双聚原矢车菊甙元等活性成分处于快速积累阶段,采收地上部分会影响根部品质形成^[12],因此将最佳采收期的调查范围初步定在营养生长期;由于考虑金荞麦叶片做鲜食使用,需要保持幼嫩状态,同时保证产量,因此最终选择叶量较大、茎叶比最高的分枝期(出苗后15~75 d)为研究范围。基于保健目的考虑,将有效成分的分析范围由单一药效成分表儿茶素扩大为总黄酮、总多酚和花青素三类金荞麦中的

重要次生代谢物质。

3.2 金荞麦叶片总黄酮等3种活性成分的评价

在蓼科荞麦属中,苦荞叶片类黄酮含量在初花期至盛花期较高,最高可达10%~12%^[24];甜荞叶片黄酮含量在盛花期为5.29%^[25];大野荞叶片黄酮含量在苗期为5.2%~5.4%,缩合原花色素含量为6.6%^[26-27];作为发酵茶的高黄酮金荞麦品种‘金荞麦1号’叶片黄酮含量在苗期为8.8%~10.5%^[7,11]。对于同一植物,多酚含量变化趋势与黄酮含量类似,但在荞麦属中还鲜有报道。

本研究所选试材为经辐射诱变选育而成的金荞麦红色突变株系‘金荞1号’,其根部表儿茶素含量高达0.09%,显著高于《药典》标准的0.03%,目前已在多个省份推广种植^[15]。本研究结果表明,叶片总黄酮、总多酚和花青素在苗期和分枝期积累模式相似,均在出苗后60d、即分枝期中后期达到峰值,分别为100.20±2.20(即质量分数为10.02%~10.24%),63.05±2.00和7.05±1.00 mg/g,其中黄酮含量和花青素含量与前人结果相比均较高。

3.3 金荞麦叶片营养价值的评价

在本研究中,‘金荞1号’叶片在总黄酮、总多酚和花青素达到峰值时,其蛋白质、维生素、氨基酸、膳食纤维和维生素C含量也均高于我国常见的7种叶类蔬菜,营养成分丰富。此外,目前我国常见叶类蔬菜主要以十字花科(白菜和油菜)、伞形科(芹菜)、菊科(生菜)和百合科(韭菜)等为主,植物科属来源较为简单;来自蓼科的金荞麦无疑将丰富人们的饮食结构,为蔬菜新品种选育开辟新方向。

综上所述,以总黄酮、总多酚、花青素和营养成分为药食兼用品质综合考量指标,高黄酮和高花青素含量的‘金荞1号’叶片最佳采收期为出苗后60d前后。

参考文献 References

[1] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 既是食品又是药品的物品名单(卫法监发[2002]51号)[EB/OL]. (2002-03-04) <http://www.nhfp.gov.cn/zwgkzt/wsbyjsj/200810/38175.shtml>
National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. List of items that are both food and medicine (Wei Fa Jian Fa[2002]No. 51)[EB/OL]. (2011-06-21) <http://www.nhfp.gov.cn/zwgkzt/wsbyjsj/200810/38175.shtml>

[2] 国家食品药品监督管理总局. 可用于保健食品的物品名单[EB/OL]. (2012-12-07) <http://www.nhfp.gov.cn/zwgkzt/wsbyjsj/200810/38175.shtml>
China Food and Drug Administration. List of items that are available for functional health food[EB/OL]. (2012-12-07) <http://www.nhfp.gov.cn/zwgkzt/wsbyjsj/200810/38175.shtml>

[3] 中国饲用植物志编辑委员会. 中国饲用植物志(第一卷). [M]. 北京:农业出版社,1987:479-480
The Editorial Committee of Chinese Forage Plants Records. Chinese Forage Plants Records (1st volumes) [M]. Beijing: Agricultural Press,1987:479-480 (in Chinese)

[4] 王安虎,夏明忠,蔡光泽,杨坪,王海蓉. 金荞麦的栽培产量及其有效成分含量研究[J]. 西昌学院学报,2011,25(2):1-3
Wang A H, Xia M Z, Cai G Z, Yang P, Wang H R. A study on the cultivation yield of the golden buckwheat and content of active constituent in it[J]. *Journal of Xichang College*, 2011, 25(2):1-3, 17 (in Chinese)

[5] 邓蓉,王安娜,张定红,梁应林,罗启华. 3个金荞麦品种生长表型研究[J]. 耕作与栽培,2015(5):52-53
Deng R, Wang A N, Zhang D H, Liang Y L, Luo Q H. Growth performance of 3 golden buckwheat varieties[J]. *Tillage and Cultivation*, 2015(5):52-53 (in Chinese)

[6] 顾亮亮,陈庆富. 不同金荞麦收集系叶中黄酮及γ-氨基丁酸含量的变异[J]. 西南农业学报,2014,27(2):582-586
Gu L L, Chen Q F. Variation of flavonoid and gaba content in leaves among different golden buckwheat accessions [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2015, 27(2):582-586 (in Chinese)

[7] 黄小燕,黄莎,陈庆富. 金荞麦叶发酵茶抗小鼠H22肿瘤的作用及机制研究[J]. 安徽农业大学学报,2015,42(6):854-859
Huang X Y, Huang S, Chen Q F. Antineoplastic function and mechanism of gold buckwheat leaf fermented tea in the mice of H22 tumor[J]. *Journal of Anhui Agricultural University*, 2015, 42(6):854-859 (in Chinese)

[8] 卜星星,雒晓鹏,白悦辰,李成磊,陈惠,吴琦. 金荞麦花青素合酶基因的克隆及其表达与花青素量的相关性研究[J]. 中草药,2014,45(7):985-989
Bu X X, Luo X P, Bai Y C, Li C L, Chen H, Wu Q. Gene cloning of anthocyanin synthase in *Fagopyrum dibotrys* and correlation between its expression level and anthocyanin content[J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 2014, 45(7):985-989 (in Chinese)

[9] 薛红,艾蓉,邓蓉,张定红. “黔金荞麦1号”的营养成分及利用方式研究[J]. 四川畜牧兽医,2016,305(1):27-29
Xue H, Ai R, Deng R, Zhang D H. Nutrient content and comprehensive utilization of Qian *Fagopyrum Dibotrys* [J]. *Sichuan Animal & Veterinary Sciences*, 2016, 305(1):27-29 (in Chinese)

[10] 张洁,邓蓉,杨芳,张定红. 利用金荞麦替代部分精饲料喂育肥猪的增重效果试验[J]. 贵州畜牧兽医,2014,38(4):13-15

- Zhang J, Deng R, Yang F, Zhang D H. The feeding experiment was conducted on growing finishing pigs with poyigonum cymosum [J]. *Guizhou Journal of Animal Husbandry & Veterinary Medicine*, 2014, 38(4): 13-15 (in Chinese)
- [11] 黄小燕, 黄莎, 陈庆富. 金荞麦叶发酵茶的抗炎作用研究[J]. 世界科学技术: 中医药现代化, 2015, 17(5): 981-984
Huang X Y, Huang S, Chen Q F. Study on anti-inflammatory function of gold buckwheat fermented tea [J]. *World Science and Technology: Modernization of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica*, 2015, 17(5): 981-984 (in Chinese)
- [12] 吕桂兰, 张萌麟, 赵葆华, 权丽辉, 霍东景. 金荞麦引种栽培与其产量和有效成分含量[J]. 中国兽药杂志, 1995, 29(4): 19-22
Lv G L, Zhang M L, Zhao B H, Quan L H, Huo D J. Cultivation, production and determination of active ingredient content of *Fagopyrum Dibotrys* [J]. *Chinese Journal of Veterinary Drug*, 1995, 29(4): 19-22 (in Chinese)
- [13] 刘铁城, 刘继忠, 李为民, 刘惠卿. 金荞麦不同生育期根茎的生长动态及缩合原花色甙元含量变化[J]. 中国中药杂志, 1983, 8(6): 5-6
Liu T C, Liu J Z, Li W M, Liu H Q. Variation of growth and condensation proanthocyanidins content of *Fagopyrum dibotrys* during different developmental stages [J]. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 1983, 8(6): 5-6 (in Chinese)
- [14] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 218
Chinese Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China [J]. *Beijing: China Medical Sciences Press*, 2015: 218 (in Chinese)
- [15] Chen C X, Li A L. Transcriptome analysis of differentially expressed genes involved in *Proanthocyanidin* accumulation in the rhizomes of *Fagopyrum dibotrys* and an irradiation-induced mutant [J]. *Frontiers in Physiology*, 2016, 7: 1-18
- [16] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GB5009. 6-2016, 食品中脂肪的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016
National Health Commission of the People's Republic of China. GB5009. 6-2016, The method of fat detection in food [S]. Beijing: Standards Press of China, 2016
- [17] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GB5009. 5-2016, 食品中蛋白质的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016
National Health Commission of the People's Republic of China. GB5009. 5-2016, The method of protein detection in food [S]. Beijing: Standards Press of China, 2016
- [18] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GB5009. 88-2014, 食品中膳食纤维的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016
National Health Commission of the People's Republic of China. GB5009. 88-2014, The method of dietary fiber detection in food [S]. Beijing: Standards Press of China, 2016
- [19] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GB5009. 86-2016, 食品中抗坏血酸的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016
National Health Commission of the People's Republic of China. GB5009. 86-2016, The method of vitamin C detection in food [S]. Beijing: Standards Press of China, 2016
- [20] 王光亚. 中国食物成分表[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2009: 78-115
Wang G Y. China Food Composition [M]. Beijing: Peking University Medical Press, 2009: 78-115 (in Chinese)
- [21] FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. Energy and protein requirements, FAO Nutrition Meeting Report Series, 1973, 52: 40-73
- [22] 韩勇, 邓蓉, 刁其玉. 不同生长期金荞麦营养成分含量及消化率测定研究. 草业学报, 2016, 25(8): 107-117
Han Y, Deng R, Diao Q Y. Nutrient content and digestibility of *Fagopyrum dibotrys* at various growth stages [J]. *Acta Prataculturae Sinica*, 2016, 25(8): 107-117 (in Chinese)
- [23] 丁亚平, 吴庆生, 于力文. 铁皮石斛最佳采收期的理论探讨. 中国中药杂志, 1998, 23(8): 458-460
Ding Y P, Wu Q S, Yu L W. On the best time for harvesting *Dedrobium candidum* Wall ex Lindl [J]. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 1998, 23(8): 458-460 (in Chinese)
- [24] 张清明, 赵卫敏, 桂梅, 马裕群. 贵州地方苦荞生物类黄酮含量的研究[J]. 种子, 2008, 27(7): 65-66
Zhang Q M, Zhao W M, Gui M, Ma Y Q. Study on bioflavonoid contents from local tatar buckwheat of Guizhou [J]. *Seed*, 2008, 27(7): 65-66 (in Chinese)
- [25] 韩志萍, 曹艳萍. 甜荞麦不同部位总黄酮含量测定[J]. 食品研究与开发, 2005, 26(3): 147-149
Han Z P, Cao Y P. Determination of the total content of flavones in different parts of buckwheat [J]. *Food Research and Development*, 2005, 26(3): 147-149 (in Chinese)
- [26] 凌永霞, 黄凯丰, 陈庆富. 两种提取方法测定大野荞植物叶中的黄酮含量[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(13): 7768-7770
Ling Y X, Huang K F, Chen Q F. Comparison of two methods for measuring flavonoid content of *Fagopyrum spartanium* leaves [J]. *Journal of Anhui Agricultural Science*, 2011, 39(13): 7768-7770 (in Chinese)
- [27] 杨明宏, 卢进, 张玉方, 王斌, 向赤忠, 王祖文. 金荞麦采收 SOP 探讨与研究[J]. 世界科学技术: 中医药现代化, 2002, 4(1): 56-58
Yang M H, Lu J, Zhang Y F, Wang B, Xiang C Z, Wang Z W. A probe into standard operating procedures in collecting *Rhizome Fagopyri* Cymosi [J]. *World Science and Technology: Modernization of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica*, 2002, 4(1): 56-58 (in Chinese)