

一年两收金槐花不同时期的营养成分比较分析^{*}

唐健民¹,朱成豪^{1,2},谷睿^{1,3},邹蓉¹,史艳财¹,熊忠臣¹,韦霄¹,蒋运生^{1**}

(1.广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所,广西植物功能物质研究与利用重点实验室,广西桂林 541006;2.桂林医学院药学院,广西桂林 541004;3.桂林理工大学旅游与风景园林学院,广西桂林 541004)

摘要:为探讨一年两收金槐花不同时期叶片内营养物质的含量变化规律,以营养期、花芽期、花蕾期、盛花期和果期5个时期的一年两收金槐叶片为试材,对其干物质、粗纤维、粗脂肪、粗蛋白、钙和磷等含量进行测定分析。结果表明:干物质含量在第一季果期阶段含量最高(37.2%),第二季花蕾期含量最高;第一季和第二季花芽期至花蕾期的干物质含量都呈现上升趋势,说明该阶段需要消耗大量营养物质。第二季采收时各时期粗蛋白含量均低于第一季采收各时期,均在花芽期含量最高,其中第一季采收花芽期为5.99%,第二季花芽期为5.35%。第二季粗脂肪含量除了花芽和盛花期略高于第一季外,其他时期都低于第一季,第二季粗脂肪含量最高为盛花期(1.19%)。第二季采收时金槐在花芽—花蕾—盛花阶段粗纤维、灰分和钙含量明显高于第一季,第二季磷含量在营养期—花芽—花蕾阶段要低于第一季,但在盛花期到果期要显著高于第一季,其中第二季时磷含量最高为盛花期(0.126%)。第二季芦丁含量显著低于第一季,其中第二季花蕾时期芦丁含量为27.5%,但第一季花蕾时期芦丁含量却达到36.7%。因此,可在第一季采收结束及时补充磷肥,以促进第二季金槐的花芽分化。

关键词:一年两收 花芽分化 营养成分 芦丁 金槐

中图分类号:S664 文献标识码:A 文章编号:1005-9164(2020)04-0387-07

DOI:10.13656/j.cnki.gxkx.20200924.004

0 引言

槐米系豆科植物槐树的干燥花蕾,又名槐花米,是一种富含芦丁和黄碱素的特色中药材^[1]。据《中药大辞典》介绍,槐米味苦、平、无毒,入肝、大肠经;其主要有效成分芦丁具有抗菌消炎、抗病毒、抗脂质过氧

化、清除自由基、中枢镇痛和抗癌等多种药理作用^[2-4]。中国最优质的槐米产于广西桂北,桂北的金槐是从槐树中选育出的优良栽种品种,芦丁含量一般为28%—40%,比湘南地区的高5%—8%,是河南、山西等地出产的白槐、青槐、黄槐的1—2倍^[5]。

目前,我国槐米生产多为一年一熟,山西有部分槐米一年两收,南方未见有一年两收金槐的栽培及研

^{*} 广西自然科学基金项目(2017GXNSFBA198011),河池市科技攻关项目(河科 AB198807),广西植物功能物质研究与利用重点实验室主任基金项目(ZRJJ2018-9和ZRJJ2018-10),广西植物研究所基本业务费项目(桂植业18013,18014和19002)和广西科学院基本科研业务费项目(2019YJJ1006)资助。

【作者简介】

唐健民(1988—),男,硕士,助理研究员,主要从事药用植物学和保护生物学研究。

【**通信作者】

蒋运生(1966—),男,研究员,主要从事药用植物学和保护生物学研究,E-mail:JXY@gxib.cn。

【引用本文】

唐健民,朱成豪,谷睿,等.一年两收金槐花不同时期的营养成分比较分析[J].广西科学,2020,27(4):387-393.

TANG J M,ZHU C H,GU R,et al. Comparison and Analysis of Nutrient Compositions in Different Periods of *Paraphlomis japonica* Harvested Twice a Year [J]. Guangxi Sciences,2020,27(4):387-393.

究报道。随着金槐产业化发展,槐农越来越关注金槐的生长状态和结米的情况,在金槐种植中,一些槐农发现金槐折断和第一次采收后均出现了二次结槐米的现象,便由此开始尝试一年两收栽培。现在的两收金槐基本上是在第一季槐米未结,经过打顶处理,再次进行花芽分化获得二次槐米,以及在第一季采收结果母枝后,再次施肥使树体恢复,重新开启一个生长周期,产出第二次槐米。但是采收一季槐米后,二次槐米挂花稀疏、甚至是无法挂米,产量一直很低,且二季槐米的成熟季节也不一致。因此,开展一年两收金槐花芽分化机理研究,探寻一年两收金槐挂花的成因机制,以解决当前一年两收金槐生产上面临的重要问题,是摆在科技工作者面前的急迫任务。

植物花芽分化是植物从营养生长向生殖生长的重要转折点,也是影响植物花果产量的关键因素,一般分为生理分化期和形态分化期,不仅受外界环境因子的影响,而且植物体内各种因素也相互作用、相互协调^[6],通过多种因素相互协作、调控完成,影响植物开花、结果,最终决定产量的多少和品质的好坏。目前,对金槐的研究多数集中在槐米有效成分的提取工艺^[7]、含量测定^[8]和药理^[9]等方面,以及遗传多样性^[10]、种质资源^[11]及金槐栽培模式^[12]等方面,有关金槐花芽分化的机理研究还未见报道。因此,本研究探讨一年两收金槐花芽分化过程中营养成分的含量变化规律,以揭示一季和二季金槐挂花的成因机制,为金槐种植产业发展提供理论基础和技术保障。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料采自广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所槐树种植园,该地区位于东经 $110^{\circ}18'$,北纬 $25^{\circ}04'$,海拔175 m,年平均日照时数为1 680 h,年平均气温为 23.5°C ,年平均降雨量1 949.5 mm,年平均无霜期300 d,年平均相对湿度为82%。属于亚热带季风气候区,气候温和,雨量充沛,光照充足^[13]。分别在一年两收金槐第一季和第二季生长周期内采集营养期、花芽期、花蕾期、盛花期和果期的新鲜无病虫害的叶片,每个时期分别采集3个重复样品,放入封口袋,冰袋保鲜,送至广西壮族自治区分析测试研究中心检测。槐米第一季正常萌发,第二季是在采收完第一季槐米时,通过回缩修剪将枝条顶端抹去3—4片叶子,让花芽充分萌发,进行第二次生长周期,第一季槐米的生长周期时间是在4—7月,第二季槐米

生长周期是在7—10月。

1.2 方法

粗蛋白采用凯氏定氮法^[14](GB 5009.5—2016)测定,粗脂肪采用索氏抽提法^[15](GB/T 5009.6—2016)测定,粗纤维和灰分采用重量法(GB/T 8310—2013,GB 5009.4—2016)测定。钙(Ca)和磷(P)采用电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)测定(GB 5009.268—2016)^[16]。

芦丁测定方法:精密称取干燥的槐米粉末(过40目筛)约100 mg,置于50 mL量瓶中,加入甲醇至刻度,浸泡1 h,超声波处理(功率250 W,频率25 kHz)40 min,放冷至室温,用甲醇补足减失的量至刻度,摇匀,滤过,精密量取续滤液2 mL,置于10 mL量瓶中,加甲醇至刻度,摇匀,用微孔滤膜($0.45\ \mu\text{m}$)滤过得供试品溶液,即测得芦丁含量。

1.3 数据处理

采用Excel和SPSS软件进行原始数据的统计分析,Origin 2015软件进行绘图。

2 结果与分析

2.1 营养物质含量变化总体分析

一年两收金槐在采收时,第一季和第二季金槐花不同时期叶片主要营养物质的含量变化如表1所示,金槐第一季时不同时期干物质含量变化不大,果期略有提升,但是第二季不同时期却有显著性差异,其中生殖期均显著高于营养期($P < 0.05$),整体表现为第二季干物质含量低于第一季,粗蛋白含量也表现为第二季低于第一季。第一季营养期和果期粗脂肪含量显著高于第二季同时期,而第一季花芽、花蕾和盛花期的钙含量显著低于第二季同时期,第二季盛花和果期的磷含量也显著高于第一季同时期($P < 0.05$)。对二者芦丁含量测定发现,第一季花蕾时期芦丁含量为36.7%,第二季为27.5%,较第一季下降了25.07%。

2.2 干物质含量的变化

金槐花各时期叶片干物质含量在第一季变化趋势不明显,仅在果期略有提升;第二季时,干物质含量呈现先上升再下降的趋势,在花蕾期含量最高(图1)。说明第二季金槐在挂花的过程中需要积累一定的营养物质来满足槐米生成的消耗。

2.3 粗蛋白含量的变化

两次采收时,在金槐花芽分化各时期,即营养枝—花芽—花蕾—盛花—果各时期,叶片粗蛋白含量

呈现下降趋势,说明金槐在槐米生成的过程中需要消耗越来越多的蛋白质来满足生长发育需要。其中第二季粗蛋白含量均低于第一季各生长时期,但在第一季

和第二季的生长周期中花芽期含量均最高,第一季花芽期含量为 5.99%,第二季花芽期含量为 5.35% (图 2)。

Table 1 Nutrient content in different periods of two seasons of *Paraphlomis japonica*

时期 Period	第一季/第二季营养物质含量 Nutrient contents of season one/Season two (%)								
	干物质 Dry matter	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	粗纤维 Crude fiber	灰分 Ash	钙 Ca	磷 P	芦丁 Rutin	
营养枝 Vegetative	36.1 ^a /33.5 ^{b*}	5.83 ^a /5.09 ^a	1.27 ^a /0.81 ^{b*}	8.01 ^a /6.16 ^{b*}	3.52 ^a /3.26 ^a	0.842 ^b /0.740 ^a	0.187 0 ^a /0.078 0 ^{b*}	/	
花芽 Flower bud	35.8 ^a /35.0 ^a	5.99 ^a /5.35 ^a	0.94 ^b /1.07 ^a	6.25 ^b /7.21 ^b	2.54 ^b /3.47 ^{a*}	0.416 ^c /0.910 ^{a*}	0.099 7 ^b /0.081 2 ^b	/	
花蕾 Bud	36.7 ^a /36.6 ^a	5.20 ^b /5.07 ^a	0.95 ^b /0.71 ^b	7.24 ^b /9.11 ^a	2.73 ^b /3.25 ^{a*}	0.486 ^c /0.896 ^{a*}	0.084 3 ^b /0.078 4 ^b	36.7/27.5 [*]	
盛花 Flower	36.1 ^a /35.7 ^a	5.14 ^b /4.18 ^{b*}	0.84 ^b /1.19 ^{a*}	6.65 ^b /7.21 ^b	3.05 ^b /3.38 ^a	0.645 ^b /0.985 ^{a*}	0.064 2 ^b /0.126 0 ^{a*}	/	
果 Fruit	37.2 ^a /35.1 ^{a*}	5.30 ^b /4.30 ^{b*}	1.26 ^a /0.75 ^{b*}	7.63 ^a /8.46 ^a	3.77 ^a /3.34 ^a	1.350 ^a /0.790 ^{a*}	0.077 5 ^b /0.116 0 ^{a*}	/	

注:同行中不同小写字母代表同一季节不同时期的含量变化差异显著(P<0.05),单元格中的*表示同一时期不同季节该物质的含量变化差异显著(P<0.05)

Note:Different lowercase letters in the same line represent significant changes in the content in different periods of the same season (P<0.05), * indicates significant changes in the content of the substance in different seasons of the same period (P<0.05)

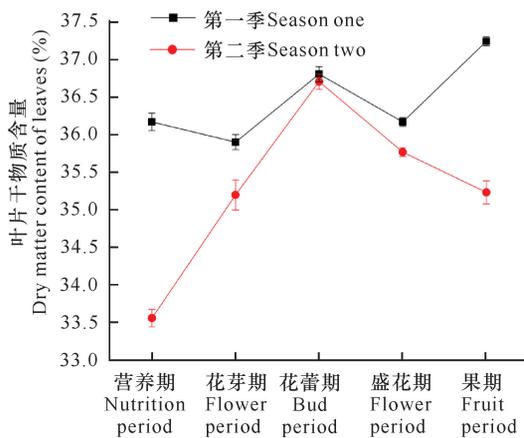


图 1 金槐花芽分化各时期干物质含量变化

Fig. 1 Changes of dry matter content in different stages of flower bud differentiation of *Paraphlomis japonica*

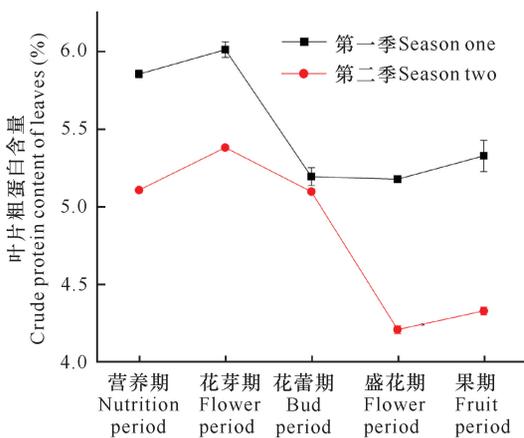


图 2 金槐花芽分化各时期粗蛋白含量变化

Fig. 2 Changes of crude protein content in different stages of flower bud differentiation of *Paraphlomis japonica*

2.4 粗脂肪含量的变化

在第一季采收时,各时期叶片中粗脂肪含量变化不大,在果期达到最高,为 1.26%,说明粗脂肪的消耗主要发生在营养枝分化为花芽阶段,而果期含量提高,可能是由于种子发育需要积累营养物质。第二季采收时,各时期粗脂肪含量变化波动明显,可能是由于经过了第一季的生殖生长,消耗了金槐体内储备的大量粗脂肪,导致花芽发育所需的粗脂肪供应不稳定(图 3)。

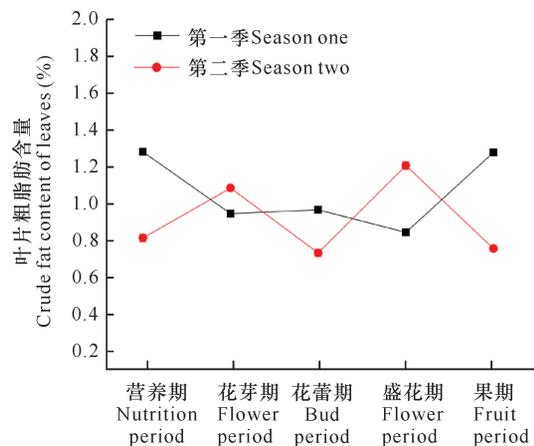


图 3 金槐花芽分化各时期粗脂肪含量变化

Fig. 3 Changes of crude fat content in different stages of flower bud differentiation of *Paraphlomis japonica*

2.5 粗纤维含量的变化

第二季采收时金槐在花芽—花蕾—盛花—果阶段粗纤维含量明显高于第一季,粗纤维含量最高时期为第二季的花蕾期,达到 9.11%(图 4),这表明第二

季时金槐叶片老化和木质化程度增高,导致粗纤维含量升高。

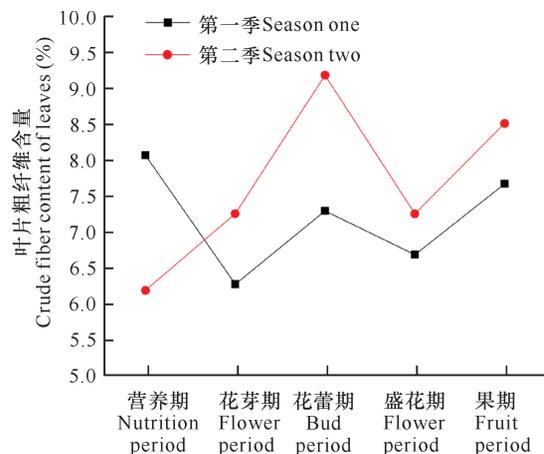


图4 金槐花芽分化各时期粗纤维含量变化

Fig. 4 Changes of crude fiber content in different stages of flower bud differentiation of *Paraphlomis japonica*

2.6 灰分含量的变化

与粗纤维含量变化结果相似,第二季叶片灰分含量在花芽—花蕾—盛花阶段高于第一季。其中第一季果期的灰分含量最高,达3.77%。第二季的灰分含量整体上要略高于第一季,这可能跟第二季粗纤维含量要高于第一季有关(图5)。

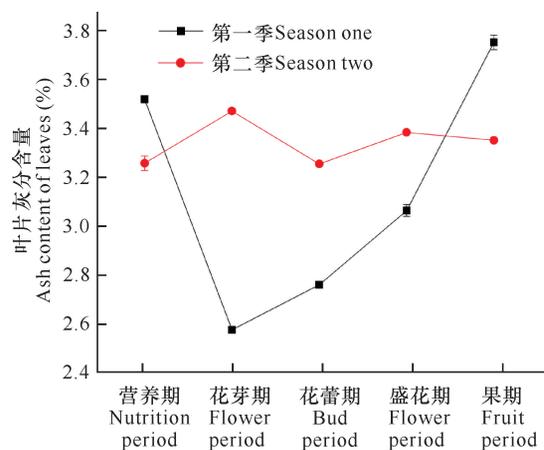


图5 金槐花芽分化各时期灰分含量变化

Fig. 5 Changes of ash content in different stages of flower bud differentiation of *Paraphlomis japonica*

2.7 钙含量的变化

金槐花叶片的钙含量亦表现出第二季花芽—花蕾—盛花阶段高于第一季,而营养期和果期则低于第一季的现象(图6)。第一季果期钙含量最高,为1.35%。由第一季的变化趋势看出,金槐在第一季营养枝—花芽阶段其钙含量明显下降,说明第一季金槐在此阶段要消耗大量的钙离子,而后通过相关代谢提升钙含量来满足生长需要。而第二季花芽分化阶段,

其钙含量变化趋势不大,钙的消耗与生成可能处于平衡状态。

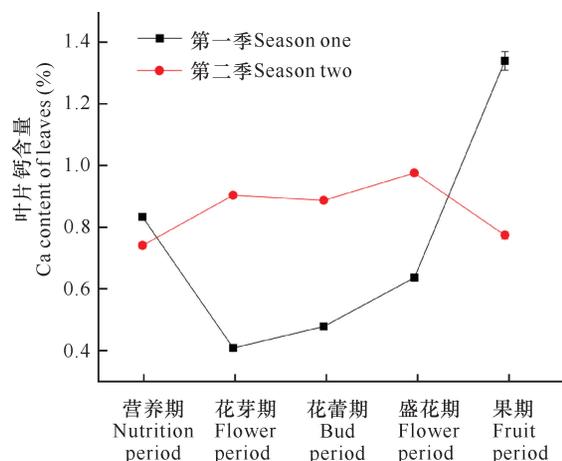


图6 金槐花芽分化各时期钙含量变化

Fig. 6 Changes of Ca content in different stages of flower bud differentiation of *Paraphlomis japonica*

2.8 磷含量的变化

在第一季采收时,磷含量变化呈现一直降低的趋势,由盛花到果阶段时有轻微升高。第二季前3个阶段,即营养枝—花芽—花蕾阶段,磷含量低于第一季,而盛花到果阶段磷含量显著高于第一季,其中第二季时磷含量最高为0.126%,处于第二季的盛花期(图7),这表明在花芽分化前期需要消耗大量的磷,花芽分化结束磷含量开始提升。因此在金槐花芽分化之前需适当补充磷肥以满足花芽分化需要。

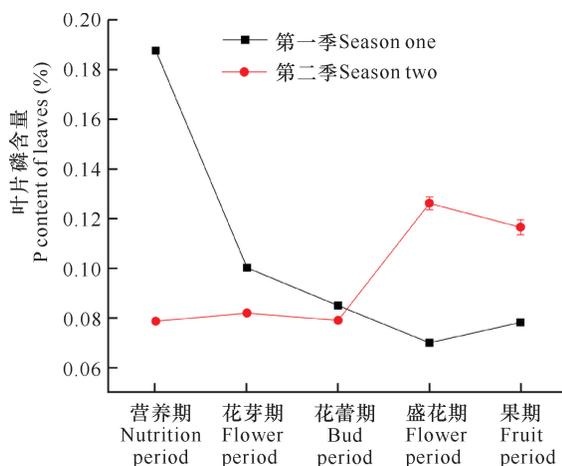


图7 金槐花芽分化各时期磷含量变化

Fig. 7 Changes of P content in different stages of flower bud differentiation of *Paraphlomis japonica*

3 讨论

3.1 不同时期叶片干物质、灰分、芦丁含量特征

金槐花干物质、灰分含量在整个生长期内不断增

加, 第一季的干物质含量在果期达到最高, 而第二季为花蕾期。第二季的生长后期干物质含量下降, 可能是由于随着二次分化生长和生物量的增加, 主要营养物质的含量开始下降, 粗纤维含量增加, 导致其第二季生殖生长的后期茎叶营养价值降低, 灰分含量升高。第二季的芦丁含量显著低于第一季, 可能由于第二季的营养物质整体低于第一季, 无法满足其活性成分即芦丁含量的累积。

3.2 不同时期叶片粗脂肪、粗纤维、粗蛋白含量特征

前人研究发现, 一些营养物质与花芽分化密切相关。郭金丽等^[17]对苹果梨花芽分化时蛋白质、淀粉代谢的研究表明, 蛋白质大量积累是成花的重要物质基础, 高水平的可溶性蛋白质含量是植物花芽和花器官形态分化的重要因素。本研究中第二季采收时各时期叶片粗蛋白含量均低于第一季采收各时期, 而每一季随着花蕾的生成, 其粗蛋白含量呈现下降趋势, 可能是因为植株进入生殖生长, 需要消耗大量营养物质来形成花蕾, 从而导致粗蛋白含量下降; 粗脂肪含量在第一季金槐花营养期—花芽期—花蕾期—盛花期呈现下降趋势, 可能是由于植株为开花和生殖生长消耗了较多脂肪, 反而在果期得到积累, 第二季的粗脂肪含量在误差范围内略低于第一季。粗纤维含量在第二季明显高于第一季, 说明植株的二次生殖生长会出现纤维化、木质化、果实变硬等情况。

3.3 不同时期叶片钙、磷含量特征

矿质元素在果树生理中具有重要的调节作用, 不仅影响树体的营养生长, 而且严重影响花芽分化和果实生长^[18]。已有一些报道表明, 钙可能参与一些植物的花芽分化过程, 如钙参与草莓的花芽分化, 更确切地说与草莓花序原始体的分化有关^[19]。但也有相反的研究结果表明, 部分果树枝条中的含钙量与花芽分化呈负相关关系^[20]。本试验中钙含量在整个花芽分化阶段逐渐升高, 可能是由于钙作为花芽形态分化过程中细胞内外的第二信使, 会触发一些细胞反应, 使植物体大量合成钙来调控花芽分化。磷是核酸组分, 也是蛋白质、膜、ATP的组分, 在花芽分化过程中具有非常重要的作用, Bukovac发现缺磷会引起细胞分裂素的降低, 从而抑制花芽分化^[21]。金槐在第一季花芽分化阶段磷含量一直呈现降低的趋势, 表明分化期需要消耗大量的磷, 这说明磷可能对花芽分化有很大的促进作用, 而第二季分化后期磷含量开始升高, 可能是由于磷有利于新的花芽形态的形成。形态分化是一个极其复杂的过程, 需要合成大量营养物

质, 磷可能参与了此过程。

4 结论

本研究对比分析金槐一季和二季花芽分化时其体内营养物质的变化规律, 结果发现干物质含量在第一季采收时变化趋势不大, 在果期略有提升(含量最高为37.2%)。第二季采收时粗蛋白含量均低于第一季采收各时期, 此外均在花芽期含量最高, 第二季粗脂肪含量除了花芽和盛花期略高于第一季外, 其他时期都低于第一季。第二季采收时金槐在花芽—花蕾—盛花阶段粗纤维、灰分和钙含量明显高于第一季, 第二季磷含量在营养期—花芽—花蕾阶段要低于第一季, 但是盛花到果阶段要显著高于第一季, 其中第二季时磷含量最高为盛花期0.126%。在对两季芦丁含量测定中发现, 其第二季显著低于第一季, 其中第二季花蕾期芦丁含量为27.5%, 但第一季花蕾期芦丁含量却达到36.7%。

综上, 探讨金槐花不同时期叶片营养物质含量的变化, 揭示其营养期至生殖生长期营养水平的变化趋势, 可为花芽分化及其各生长周期及时提供营养补助。在第一季中, 花芽分化会显著消耗营养元素, 影响第二季花芽分化的因素与第一季有所不同, 所以在第一季对金槐花蕾的采收结束之后, 要及时补充磷肥, 以保证第二季金槐花芽分化时营养物质的需要。由于植物营养物质本身稳定性差、量少, 属于内因且无法精准测量, 此外金槐的修剪、除草、病虫害等也会对其营养物质和药效成分含量的变化造成影响, 因此可借助相关分子生物技术进一步揭示营养因子在花芽调控中的作用机制, 以及外界生态因子对金槐花芽分化的影响机制。

参考文献

- [1] 陈彩云, 赵娟娟, 任燕, 等. 纳豆菌发酵槐米提高芦丁和槲皮素含量及体外活性的研究[J]. 营养学报, 2017, 39(5): 507-509.
- [2] 韩英华, 秦元璋. 芦丁研究现状[J]. 山东中医杂志, 2003, 22(10): 635-636.
- [3] 黄一可. 姜黄素和芦丁微波法提取、纳米载药体系构建及其抗氧化活性的研究[D]. 重庆: 重庆医科大学, 2016.
- [4] 刘琳, 程伟. 槐花化学成分及现代药理研究新进展[J]. 中医药信息, 2019, 36(4): 125-128.
- [5] 邹蓉, 陈宗游, 史艳财, 等. 药用植物槐树研究进展[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(4): 976-980.
- [6] 曾建新. 拟南芥隐花素 CRY1 在亚细胞结构的功能分析

- 及激活标签突变体库的构建[D].长沙:湖南大学,2010.
- [7] 姚昕利,舒文将,陈宗游,等. 响应面法优化超声波辅助提取桂北金槐槐米中槲皮素工艺研究[J]. 时珍国医国药,2017,28(10):2401-2405.
- [8] 唐健民,史艳财,邹蓉,等. 不同施肥处理对金槐槐米产量和品质的影响[J]. 广西科学院学报,2017,33(4):280-284.
- [9] 周志梅,徐甲芳,买雷,曲克芦丁联合双重抗血小板方案治疗脑梗死的疗效观察[J]. 药物评价研究,2020,43(7):1309-1312.
- [10] 唐健民,邹蓉,史艳财,等. 金槐 ISSR-PCR 反应体系的优化和引物筛选[J]. 时珍国医国药,2017,28(11):2747-2749.
- [11] 舒文将,史艳财,蒋运生,等. 广西槐种质资源调查[J]. 中国实验方剂学杂志,2017,23(15):53-59.
- [12] 史艳财,邹蓉,唐健民,等. 不同修剪方式对喀斯特石山区金槐槐米性状及产量的影响[J]. 山东农业科学,2018,50(7):95-98.
- [13] 舒文将,柴胜丰,黎兆海,等. 不同光强对棱角山矾幼苗生长及光合特性的影响[J]. 植物研究,2017,37(4):556-562.
- [14] 杨文华. 不同测定因素对凯氏定氮法粗蛋白测定的影响[J]. 中国畜牧兽医文摘,2017,33(9):66-67.
- [15] 赵会芳,张习金,张永康,等. 索氏抽提法测定花生脂肪含量的方法改进[J]. 江苏农业科学,2017,45(10):154-156,163.
- [16] 张佩,梁爱华,王丹,等. GB 5009.268—2016 食品中钠、铅测定的方法验证[J]. 现代预防医学,2017(23):4256-4262.
- [17] 郭金丽,张玉兰. 苹果梨花芽分化期蛋白质、淀粉代谢的研究[J]. 内蒙古农牧学院学报,1999,20(2):85-87.
- [18] 黄丽萍,张倩茹,尹蓉,等. 矿质营养元素与果树生长发育的关系[J]. 湖北农业科学,2017,56(4):601-602,607.
- [19] 罗充,彭抒昂,马湘涛. 草莓成花过程中 Ca^{2+} 、CaM 及成花物质含量变化[J]. 山地农业生物学报,2000,19(4):266-271.
- [20] 吴邦良,夏春森,赵宗方,等. 果树开花结实生理和调控技术[M]. 上海:上海科学技术出版社,1995:25-30.
- [21] BUKOVAC M J, DAVIDSON H. Absorption and distribution of sodium, phosphorus, chlorine, calcium and zinc in some selected woody ornamentals [J]. 1961,3(1):39-46.

Comparison and Analysis of Nutrient Compositions in Different Periods of *Paraphlomis japonica* Harvested Twice a Year

TANG Jianmin¹, ZHU Chenghao^{1,2}, GU Rui^{1,3}, ZOU Rong¹, SHI Yancai¹, XIONG Zhongchen¹, WEI Xiao¹, JIANG Yunsheng¹

(1. Guangxi Key Laboratory of Functional Phytochemicals Research and Utilization, Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi, 541006, China; 2. College of Pharmacy, Guilin Medical University, Guilin, Guangxi, 541004, China; 3. College of Tourism & Landscape Architecture, Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi, 541004, China)

Abstract: To investigate the variation of nutrient contents in leaves of different periods of *Paraphlomis japonica* harvested twice a year, two-harvest *P. japonica* leaves in a year in five periods of nutrition period, flower bud period, bud period, full bloom period and fruit period were used as test materials, its dry matter, crude fiber, crude fat, crude protein, Ca and P content was measured and analyzed. The results showed that the dry matter content in the first-fruit stage of the first season was the highest (37.2%). The content in bud stage was the highest in the second season. In the first and second seasons, the dry matter content showed an upward trend from the flower bud differentiation stage to the flower bud stage. It showed that a lot of nutrients were consumed from the flower bud differentiation stage to the flower bud stage. In each period of har-

vest in the second season, the crude protein content was lower than that of harvest in the first season, and the content was the highest in the flower bud stage. Among them, the crude protein content was 5.99% in the first season harvested flower bud stage and 5.35% in the second season flower bud stage. The crude fat content in other periods of the second season was lower than that of the first season, except for the flower bud and full bloom period which was slightly higher than that of the first season. The highest crude fat content in the second season was the full blooming period (1.19%). The crude fiber, ash and Ca content in the flower bud-bud-full blooming stage during harvesting in the second season was significantly higher than that in the first season, and the P content in the second season was lower than that in the first season during the nutrition period-flower bud-bud stage. The P content from the flower period to fruit period was significantly higher than that in the first season, and the highest P content in the full bloom period of the second season was 0.126%. In the determination of rutin content in the two seasons, it was found that the second season was significantly lower than the first season. The rutin content in flower bud period of the second season was 27.5%, but the rutin content in flower bud period of the first season reached 36.7%. Therefore, phosphate fertilizer can be supplemented in time at the end of the first season harvest to help promote the flower bud differentiation of *P. japonica* in the second season.

Key words: harvest twice a year, flower bud differentiation, nutrients, rutin, *Paraphlomis japonica*

责任编辑:陆雁



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxkx@gxas.cn

投稿系统网址:<http://gxkx.ijournal.cn/gxkx/ch>