

厚朴叶营养成分随不同采收期的变化分析

张梦娜¹,田 强¹,朱雨欣¹,韩竺伶¹,马 林^{1,2*}

¹西南科技大学生命科学与工程学院;²四川省生物质资源利用与改性工程技术研究中心,绵阳 621010

摘要:测定不同月份厚朴叶营养成分,了解厚朴叶营养成分含量变化趋势,为厚朴叶作为饲料添加剂或饲料提供可行性依据。采用一系列常规方法测定厚朴叶中营养成分、矿质元素和氨基酸的含量。结果表明厚朴叶水分含量为 41.6%~82.5%,粗纤维为 20.5%~24.1%,粗脂肪为 3.9%~5.9%,维生素 C 为 22.8~91.0 μg/g,还原糖为 7.5%~14.0%,可溶性糖为 22.1~61.9 mg/g,蛋白质为 0.2%~6.4%。分析发现厚朴叶含有 Ca、Mg、Fe、Cu、Mn、Zn 等矿质元素,共检测出 17 种氨基酸。所有营养成分指标在不同月份间大多具有显著性差异。厚朴叶粗纤维含量高可作为牛羊等反刍动物饲料,也可根据动物的营养需求作为饲料添加剂。与其它月份比较而言,9 月份生长的厚朴叶各项营养成分指标相对较好。

关键词:厚朴叶;营养成分;饲料添加剂;含量测定

中图分类号:S567.1⁺1

文献标识码:A

DOI:10.16333/j.1001-6880.2018.8.018

Variation of Nutrients in *Magnolia officinalis* Leaves with Different Growing Periods

ZHANG Meng-na¹,TIAN Qiang¹,ZHU Yu-xin¹,HAN Zhu-ling¹,MA Lin^{1,2*}

¹School of Life Science and Engineering,Southwest University of Science and Technology;

²Engineering Research Center for Biomass Resource Utilization and Modification of Sichuan Province,Mianyang 621010,China

Abstract: The aim of this study was to investigate the content and change of nutrients in *Magnolia officinalis* leaves in different growing periods and to analyze the feasibility of *M. officinalis* leaves as feed or feed additives. Using the conventional analysis methods, the content of water, crude fiber, crude fat, soluble sugar, reducing sugar, vitamin C, protein, amino acids and mineral elements of the leaves, collected from April to September in 2015, were determined. The results showed that the content of water, crude fiber, crude fat and vitamin C in *M. officinalis* leaves was 41.6%-82.5%, 20.5%-24.1%, 3.9%-5.9% and 22.8-91.0 μg/g respectively, and the soluble sugar content ranged from 22.1 to 61.9 mg/g and the reducing sugar content was 7.5%-14.0%. The mineral elements such as Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu and 17 kinds of amino acid were identified in *M. officinalis* leaves. The protein content in *M. officinalis* leaves was limited, from 0.2% to 6.4%. To be taken together, the nutrients in *M. officinalis* leaves were changed significantly with the growing period. *M. officinalis* leaves with high crude fiber can be used as feedstuff of ruminant animal including cattle and sheep or as feed additives according to the nutritional needs of animals. On the whole, the leaves collected in September were better than those from other months.

Key words: *Magnolia officinalis* leaf; nutrition; feed additives; determination

厚朴(*Magnolia officinalis* Rehd. et Wils.)为木兰科木兰属植物,主要以干皮、根皮及枝皮入药,具有燥湿消痰和下气除鳞等功效^[1]。厚朴皮的采收通常是砍伐生长 10 年以上的厚朴树,采伐后的树干和树叶等均未加以利用,未到采收树龄的厚朴每年

也要产生大量的厚朴叶。四川省平武县位于四川盆地西北部,全县厚朴种植面积 25 万余亩,具有丰富的厚朴叶生物质资源。目前,仅有少量厚朴叶经简单加工后出口到日本和韩国等地作为烧烤类食物的餐具垫片,利用率极低。

研究发现厚朴叶中含有厚朴酚、和厚朴酚、芦丁、槲皮苷、棕榈酮等化学成分^[2,3],具有抗氧化、抗炎和抗腹泻等作用^[4]。也有文献报道厚朴叶挥发油含有 β-氧化石竹烯、4-丙烯基苯酚、棕榈酸等成

分,具有明显的抗菌作用^[5]。厚朴叶中还含有较丰富的 Ca、Mg、Fe、Zn、Cu 和 Mn 等微量元素^[6]。有关厚朴叶营养成分迄今鲜有报道,营养成分指标的变化规律更是所知甚少。因此,本研究对不同月份采集的厚朴叶营养成分指标进行分析,阐明厚朴叶的营养价值及其变化规律,为探索厚朴叶新的利用途径(例如饲料或饲料添加剂)提供支撑。

1 材料和方法

1.1 实验材料

厚朴叶于 2015 年 4~9 月期间采自自然生长 10 年以上的人工林厚朴树,在每月 25 号左右(前后不超过 2 天)于同一地点在上午 9 点前采集。采集的厚朴叶为整树的混合叶,并当天运送到本校实验室,自然阴干后粉碎,在室温下贮存备用。

采样地位于四川省平武县锁江乡五星村,海拔约 1 000 m 左右。四川平武县属于北亚热带山地湿润季风气候,气候温和,降水丰沛,日照充足,四季分明,具有云多、雾少、阴天多的特点。多年平均气温 14.7 ℃,最高值 15.1 ℃,最低值 13.9 ℃。极端最高温 37 ℃,极端最低温 -7 ℃。多年平均降水量 866.5 mm,最高值 1 161.4 mm,最低值 397.3 mm。多年平均日照时间 1 376 h,多年平均无霜期 252 天。

实验所用牛血清白蛋白为 BR 级试剂,分析测定所用的其它试剂均为国产分析纯。

1.2 测定方法

水分含量采用重量法测定(参照 GB/T5009.3-2003);粗纤维含量采用酸碱洗涤法测定(参照 GB/T 6434-1994);粗脂肪的含量采用索氏提取法测定^[7];可溶性糖含量采用蒽酮-硫酸比色法测定^[8];还原糖含量采用碱性酒石酸铜滴定法测定^[9];维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚靛滴定法测定(参照 GB/T6195-1986);蛋白质含量采用考马斯亮蓝 G-250 法测定^[10];矿质元素含量采用火焰原子吸收光谱法(美国 PE, AA700)测定^[11,12]。

氨基酸测定参考张欣等^[13]的方法,采用日立 L-8800 型全自动氨基酸分析仪进行测定。准确取样品 1 g 左右于 10 mL 塑料离心管,加入 6% 碘基水杨酸溶液 6 mL,漩涡混匀,超声 30 min 后置 4 ℃ 冰箱过夜,再超声 30 min 后 12 000 rpm 离心 2 min,取上清液加入适量活性炭脱色,再用 0.22 μm 滤膜过滤后上机分析。分析条件为:分离柱(4.6 mm × 60 mm):洗脱液流速 0.4 mL/min,柱温 70 ℃,柱压

8.627 MPa;反应柱:茚三酮及茚三酮缓冲液流速 0.35 mL/min,柱温 135 ℃,柱压 1.078 MPa。

1.3 数据处理

数据采用 DPS 9.5 数据处理软件进行统计分析,采用 Origin 9.0 软件绘图。

2 结果与讨论

2.1 不同月份厚朴叶的水分、粗纤维、粗脂肪和维生素 C 含量

对 2015 年 4~9 月采集厚朴叶的水分、粗纤维、粗脂肪和维生素 C 含量进行测定,结果见图 1。厚朴叶水分含量范围为 41.6%~82.5%,4 月采集的厚朴叶水分含量最高,且显著高于其它月份,5~8 月厚朴叶水分含量逐渐降低,8 月份水分含量降至 41.6%且显著低于其它月份,9 月份后水分含量略有回升。

粗纤维含量范围为 20.7%~24.1%,不同月份间的含量变化幅度相对较小。6 月份的含量最高为 24.1%,但与 5 月份的相比无显著差异,8 月和 9 月厚朴叶粗纤维含量无显著差异,与 5 月份的含量较为接近,7 月份厚朴叶粗纤维含量最低,仅为 20.7%。

厚朴叶粗脂肪含量随月份整体上呈增加趋势,4~6 月小幅度增加后下降到 7 月份的最低值(3.6%),然后再持续增加,9 月份达到粗脂肪含量最高值(5.9%),LSD 差异显著性分析表明,除 5 月与 8 月、6 月与 8 月以及 4 月与 7 月之间差异不显著外,其余月份之间的粗脂肪含量均具有显著性差异。

维生素 C 的含量总体呈 Z 字形变化,5 月份的含量最高为 91.0 μg/g,7 月份的含量最低为 22.8 μg/g,除 6 月与 8 月之间无显著差异外,其它月份之间均具有显著性差异。

2.2 不同月份厚朴叶的还原糖和可溶性糖含量

以蔗糖为标准品,测定不同浓度标准溶液的吸光度值。以蔗糖含量为横坐标(x)和吸光度值为纵坐标(y)作图,得到标准曲线回归方程: $y = 0.0067x + 0.1903$, $r = 0.9924$ 。蔗糖含量在 0~50 μg/mL 之间与吸光度呈良好的线性关系。

还原糖和可溶性糖含量在不同月份间的变化趋势大体相似,结果见图 2。还原糖和可溶性糖含量均是 7 月份最低,分别为 7.5% 和 2.2%,4 至 7 月期间,虽然还原性糖含量在 5 月份有所上升,但整体仍呈下降趋势,而 8 至 9 月,还原糖和可溶性糖含量均显著性回升。

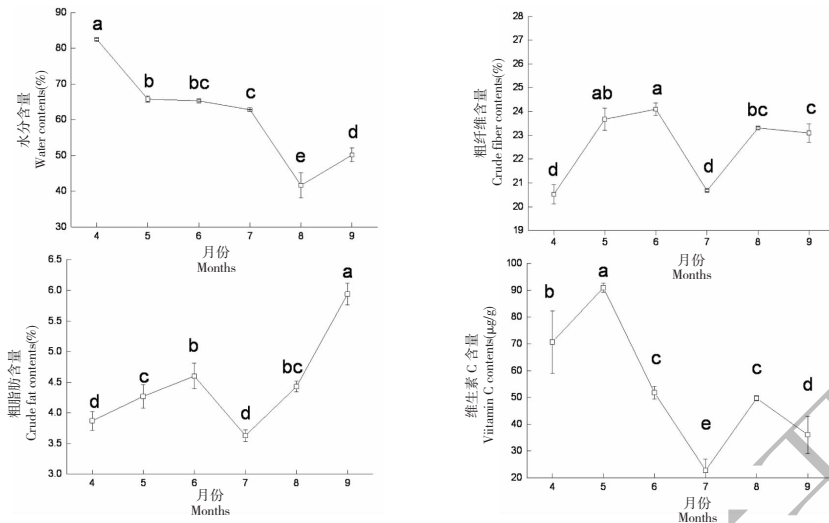


图1 不同月份厚朴叶的水分、粗纤维、粗脂肪和维生素 C 含量(不同小写字母表示月份间各成分含量差异显著($P < 0.05$))

Fig. 1 The content of water, crude fiber, crude fat, Vitamin C in *M. officinalis* leaves in different months (different lowercase letters indicate significant difference among months($P < 0.05$))

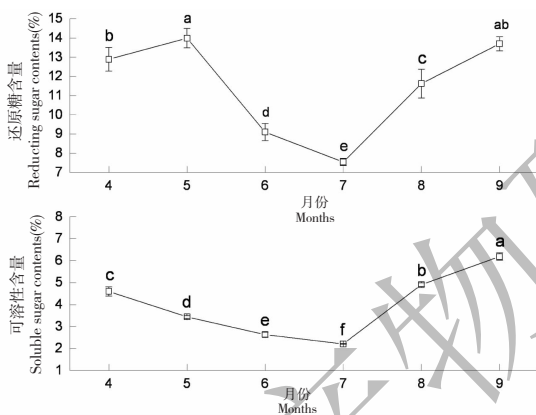


图2 不同月份厚朴叶的还原糖和可溶性糖含量(不同小写字母表示月份间各成分含量差异显著($P < 0.05$))

Fig. 2 The content of reducing sugar and soluble sugar in *M. officinalis* leaves in different months (different lowercase letters indicate significant difference among months($P < 0.05$))

2.3 不同月份厚朴叶的蛋白质和氨基酸含量

以牛血清白蛋白为标准品,测定不同浓度蛋白质标准溶液的吸光度值。建立蛋白质浓度(x)与吸光度值(y)的标准曲线回归方程: $y = 0.6853x + 0.0275$, $r = 0.9915$ 。蛋白质浓度在0.2~1.0 mg/mL之间与吸光度呈良好的线性关系。

图3结果表明,4月份新长出的厚朴叶蛋白质含量最高为6.4%,此后持续下降到8月份,蛋白质含量仅为0.2%,虽然9月份厚朴叶蛋白质含量有

所回升,也只有1.4%。不同月份之间厚朴叶蛋白质含量均具有显著性差异。

厚朴叶中富含17种氨基酸,其中必需氨基酸有7种(苏氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸和赖氨酸),结果见表1。4月份的厚朴叶处于厚朴树前期生长的旺盛阶段,叶片通常较嫩,其大多数氨基酸含量较高,总量为551.9 mg/100 g,必需氨基酸总量为103.3 mg/100 g。5~9月份厚朴叶中氨基酸总量均值为94.8 mg/100 g,7种必须的氨基酸总量均值为21.7 mg/100 g,占氨基酸总量22.9%。不同月份厚朴叶中所含的17种氨基酸中,丝氨酸含量为最高(5、7月除外),分别为328.2、23.0、33.4、10.9、12.7、32.3 mg/100 g,而必需氨基酸中,除5月份异亮氨酸外,均是苏氨酸含量最高。对5~9月份厚朴叶氨基酸总量及各组分氨基酸含

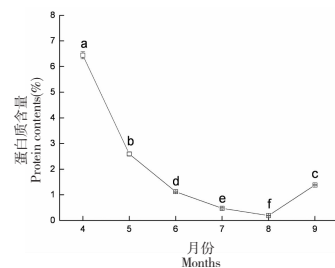


图3 不同月份厚朴叶蛋白质含量(不同小写字母表示月份间蛋白质含量差异显著($P < 0.05$))

Fig. 3 The content of protein in *M. officinalis* leaves in different months (different lowercase letters indicate significant difference among months($P < 0.05$))

表1 不同月份厚朴叶的氨基酸含量(mg/100 g)

Table 1 The content of amino acids in *M. officinalis* leaves in different months (mg/100 g)

氨基酸 Smino acid	月份 Month						5~9月平均/mean 变异系数/CV (%)
	4	5	6	7	8	9	
天门冬氨酸 Asp	42.8	6.2	10.1	7.7	5.8	7.7	7.5/22.4
苏氨酸 Thr*	54.7	4.9	7.2	6.4	3.9	19.2	8.3/74.7
丝氨酸 Ser	328.2	23.0	33.4	10.9	12.7	32.3	22.5/47.1
谷氨酸 Glu	-	10.4	11.8	10.5	8.7	9.5	10.2/11.3
甘氨酸 Gly	3.7	1.5	2.0	1.3	1.7	1.2	1.5/22.0
丙氨酸 Ala	22.8	15.9	11.1	12.9	8.5	6.8	11.1/32.5
半胱氨酸 Cys	2.1	0.8	0.6	0.5	0.7	0.7	0.7/17.4
缬氨酸 Val*	17.7	4.2	2.7	4.2	2.9	7.3	4.3/43.6
蛋氨酸 Met*	0.5	0.9	0.5	0.9	0.6	0.5	0.7/31.1
异亮氨酸 Ile*	12.9	6.9	2.0	4.6	2.3	4.1	4.0/49.6
亮氨酸 Leu*	10.6	3.1	1.1	2.7	4.1	3.3	2.3/48.0
酪氨酸 Tyr	6.6	3.6	1.4	1.7	2.0	1.7	2.1/41.7
苯丙氨酸 Phe*	6.9	2.9	2.2	1.1	2.3	2.7	2.2/30.3
赖氨酸 Lys*	2.4	2.4	0.8	0.9	0.9	1.0	1.2/54.8
组氨酸 His	10.1	1.5	1.6	-	-	0.9	0.8/97.0
精氨酸 Arg	5.3	28.5	0.3	1.3	2.5	0.7	6.7/183.7
脯氨酸 Pro	0.3	0.7	0.5	0.8	0.5	0.3	0.6/34.1
氨基酸总量 Total amount of amino acids	551.9	121.2	97.3	75.9	73.7	105.9	94.8/21.3
必需氨基酸总量 Total amount of essential amino acids	103.3	22.8	15.6	20.0	13.2	37.0	21.7/42.9
必需氨基酸占比 The proportion of essential amino acid/%	18.7	18.8	16.1	26.3	18.0	35.0	22.9/34.1

注: * 为必需氨基酸; - 代表未检测到该氨基酸。

Note: * indicates essential amino acids; - indicates this amino acid failed to be detected.

量变异分析结果显示:氨基酸总量、必需氨基酸总量及各氨基酸含量在5~9月份间均存在较大的变异,变异系数在11.3%至183.7%之间,变异程度最大的为精氨酸,变异程度最小的为谷氨酸。不同月份厚朴叶氨基酸总量的变化趋势与蛋白质的变化趋势一致,4至8月呈现下降趋势,8月份降到最低,9月份有所回升。必需氨基酸不同月份的变化趋势与氨基酸总量的变化趋势略有差异,不同之处在于7月份的含量相比6月份有所增加。

2.4 不同月份厚朴叶的矿质元素含量

厚朴叶中富含Ca、Mg、Fe、Cu、Zn和Mn等矿质元素,不同月份之间各种矿质元素含量均存在一定程度的差异。由表2可知,厚朴叶中矿质元素含量最高的是Ca,其含量范围在2.4~19.2 mg/g,平均含量为13.1 mg/g。4月和5月的Ca的含量与其它

月份相比具有显著性的差异,不同月份之间Ca的变异程度较大,变异系数为48.8%。其次为Mg,含量范围在0.9~3.1 mg/g,平均含量为2.5 mg/g,不同月份之间Mg的变异系数为35.1%,而4月和9月Mg的含量显著性低于其它月份。厚朴叶中矿质元素含量最低的为Cu,其含量范围为6.2~21.5 $\mu\text{g/g}$,不同月份之间Cu的含量变异系数为42.8%,除了4月与6、7月以及6月与9月之间无显著性差异外,其它月份之间均有显著性差异。厚朴叶中Fe和Mn的含量分别为72.6~247.2 $\mu\text{g/g}$ 和69.6~420.3 $\mu\text{g/g}$,不同月份之间Mn的变异程度较Fe的变异程度大,分别为38.5%和62.7%。不同月份之间Fe的含量均具有显著性差异,而Mn除了7月和8月之间无显著性差异外,其它不同月份间均有显著性差异。厚朴叶中Zn的含量为27.3~245.0

$\mu\text{g/g}$,不同月份 Zn 的含量变异程度最大,变异系数显著性高于其它月份。为 100.7%,只有 8 月和 9 月厚朴叶中的 Zn 含量显

表 2 厚朴叶中矿质元素的含量测定结果

Table 2 The contents of mineral elements in *M. officinalis* leaves

月份 Month	Fe ($\mu\text{g/g}$)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	Mn ($\mu\text{g/g}$)	Zn ($\mu\text{g/g}$)	Cu ($\mu\text{g/g}$)
4	72.6 ± 3.3f	2.4 ± 0.5d	2.1 ± 0.4b	69.6 ± 10.9e	27.3 ± 9.3c	11.4 ± 2.2c
5	166.4 ± 22.3d	8.7 ± 2.1c	3.0 ± 0.04a	263.5 ± 5.4b	37.7 ± 16.6c	21.5 ± 13.4a
6	187.0 ± 8.9c	15.1 ± 5.3b	3.1 ± 0.1a	116.3 ± 1.7d	32.5 ± 12.2c	9.6 ± 1.1cd
7	225.6 ± 39.5b	19.2 ± 3.0a	3.1 ± 1.0a	174.8 ± 57.2c	40.5 ± 50.5c	10.9 ± 3.7c
8	247.2 ± 26.4a	18.1 ± 0.6a	2.9 ± 0.1a	157.7 ± 6.7c	245.0 ± 23.2a	16.0 ± 1.6b
9	119.8 ± 2.0e	14.9 ± 0.9b	0.9 ± 0.0c	420.3 ± 49.2a	150.1 ± 7.7b	6.2 ± 0.1d
均值 Mean	169.8	13.0	2.5	200.4	88.9	12.6
变异系数 CV (%)	38.5	48.8	35.1	62.7	100.7	42.8
F 值 F value	166.5 **	25.5 **	76.3 **	298.1 **	243.4 **	16.2 **

注:显著水平为 5%,小写字母不同为差异显著,**代表差异极显著。

Note:level of significance is 5%,lowercase letter indicates different significance,** indicates extremely significant difference.

3 讨论

对不同月份厚朴叶的营养成分含量分析表明,厚朴叶中含有较高的粗纤维、粗脂肪、还原糖、矿质元素和氨基酸,也还有一定水平的维生素 C、可溶性糖、蛋白质等多种营养成分。粗纤维含量高,适合用作反刍动物饲料,新鲜厚朴叶水分含量平均为 61.4%,也适合牛羊等采食。在四川平武,当地有用新鲜厚朴叶饲喂牛羊或放牧牛羊时让其自主采食厚朴叶的养殖习惯。厚朴叶粗脂肪平均含量为 4.5%,总体变化趋势是随着月份的增加而增加,其粗脂肪含量高于小麦麸饲料粗脂肪的含量(4.0%)^[14],其变化趋势与岳祥华等研究铺地竹叶片营养成分随季节的动态变化粗脂肪的变化趋势相似^[15]。

糖是人体和动物一种必需的能源物质,厚朴叶中含有粗纤维、可溶性糖、还原糖等糖类物质。不同月份厚朴叶中,4~6 月份粗纤维呈上升趋势,而还原糖和可溶性糖总体呈下降趋势,6~9 月份粗纤维虽有上升阶段,但较 4~6 月份总体呈下降趋势,而可溶性糖和还原糖总体呈上升趋势,粗纤维的含量变化可能对可溶性糖和还原糖含量具有一定影响。粗纤维有利于减少草食动物的异常行为和促进肠道微生物菌群系平衡,增加草食动物的饱腹感、刺激肠粘膜和促进胃肠蠕动和粪便的排泄^[16]。厚朴叶中粗纤维平均含量为 22.6%,与苜蓿草粉饲料的粗纤

维含量(22.7%)相近^[14]。杨桂芹等研究饲料纤维源及粗纤维水平对肉兔颗粒饲料质量、生长性能和肉品质的影响中发现,粗纤维水平为 16% 时,肉兔的生长性能最佳^[17],因此厚朴叶或可用作肉兔饲料纤维源,既可提高肉兔的生长性能,又可提高肉兔免疫能力。

厚朴叶中可溶性糖的变化趋势与吉增宝等研究刺槐幼苗的可溶性糖含量变化趋势相似,即秋季 > 春季 > 夏季^[18],也与袁圣勇等研究木薯叶可溶性糖含量变化趋势相似^[19]。植物体内的还原糖主要是葡萄糖、果糖和麦芽糖等,是植物细胞活动的能源物质。厚朴叶中还原糖的含量变化与可溶性糖的变化趋势相似,不同月份厚朴叶还原糖含量的变化可能与生长期日照长、光照充足、空气和土壤的湿度适中、昼夜温差大等环境因素有关^[20]。而 8、9 月份含量升高,还可能是因为厚朴叶中的淀粉水解转化为还原糖和可溶性糖。有研究表明,在饲料中添加一定的果寡糖可以选择性促进肠道内有益微生物的增殖,抑制有害微生物生长,提高机体免疫能力,改善动物的生产性能^[21]。例如马秋刚等在日粮中添加 0.4% 果寡糖可有效提高断奶仔猪日增重,改善饲料转化率,降低腹泻率^[21]。因此在饲料中按照一定比例加入厚朴叶粉,可能有利于提高动物的生产性能。

厚朴叶蛋白质含量相对较低,平均含量仅为 2.0%,与《中国饲料成分及营养价值表》中的饲料相比较,其含量低于大多数饲料蛋白质的含量,因

此,将厚朴叶作为饲料添加剂时,需按饲料要求额外补充蛋白质含量。蛋白质合成的底物是氨基酸,经过分析,不同月份厚朴叶中蛋白质含量与游离氨基酸总含量具有显著性正相关($r=0.962$),不同月份蛋白质含量变化趋势与氨基酸总量的变化趋势一致,先降低,在8月份为最低,后呈上升趋势,因此在厚朴叶生长过程中消耗的蛋白质均来自氨基酸的合成。目前发现构成动物蛋白质的氨基酸大约有20多种,不同动物种类和不同动物生长期,其必须氨基酸的种类和数量各不同,如猪的必须氨基酸为赖氨酸、蛋氨酸、色氨酸、精氨酸、苏氨酸等10种,而雏鸡的必须氨基酸为蛋氨酸、赖氨酸、甘氨酸、缬氨酸等13种氨基酸^[22]。厚朴叶中含有17种氨基酸,其氨基酸种类已包含了《中国饲料成分及营养价值表》中所要求的氨基酸种类,因此厚朴叶作为饲料添加剂时可根据饲料的种类以及饲养对象按需求进行添加厚朴叶粉末,以满足不同动物对氨基酸的基本需求。

维生素C是动物维持正常生理功能和生长发育所必需的一类微量营养物质,在饲料中添加适量的维生素以满足动物的营养需要^[23]。厚朴叶维生素C的平均含量为53.7 $\mu\text{g/g}$,作为饲料添加剂时,可满足部分需要。厚朴叶中富含Ca、Mg、Fe、Mn、Zn和Cu等矿质元素,但是不同月份之间厚朴叶中矿质元素变异程度较大,这可能是与当月气候以及植物体内代谢有关。本研究发现所测定的厚朴叶几种矿质元素含量与已报道的结果相差极大^[6,12],这可能与不同厚朴产地土壤基质的矿质元素水平以及当地气候条件等影响厚朴生长的因素有关,但不同月份厚朴叶中矿质元素含量均值大小为Ca > Mg > Mn > Fe > Zn > Cu,与贺建红等^[6]的研究结果类似。

测定结果发现,主要营养成分指标在7月份均较低,这可能与平武当地气候有关。7月份气温升高,厚朴叶气孔关闭,光合作用下降,导致营养成分含量降低。

有关厚朴叶的安全性评价例如重金属含量和农药残留量分析,还需作进一步研究。

4 结论

厚朴叶含有多种营养成分和药理活性物质,尤其粗纤维含量较高,可用于牛羊等反刍动物饲料,所含有的其它营养成分和化学成分也可用作其它动物的饲料添加剂。根据四川平武县采收厚朴皮习惯,

虽然4月份的厚朴叶蛋白质含量和糖分含量较高,但因厚朴皮采收量极少,厚朴叶也处于生长初始阶段比较幼嫩,不适合规模化利用。一般厚朴皮大量采收期在6~8月,伐树时采摘的厚朴叶可以根据不同动物的营养需求予以加工。9月份厚朴叶在营养指标上相对较好,但已到厚朴树采伐末期,伐树时采摘的厚朴叶在量上满足不了需求,但可以考虑人工采摘尚未到采伐树龄的厚朴叶,不会影响厚朴树的正常生长。9~10月份正常的落叶只要新鲜、未受潮腐烂及未受霉菌侵染均可加以利用。

参考文献

- 1 Chinese Pharmacopoeia Commission (国家药典委员会). Pharmacopoeia of the People's Republic of China (中华人民共和国药典) [M]. Beijing: China Medical Science Press, 2015. Vol I, 251.
- 2 Wu JY (吴锦玉), Wu YB (吴岩斌), Yi J (易骏), et al. Chemical constituents in leaves of *Magnolia officinalis* var. *biloba* [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2013, 44: 2965-2968.
- 3 Long F (龙飞), Wei YF (卫莹芳), Liu Y (刘永), et al. Studies on the chemical constituents of folium *Magnolia officinalis* Rehd. et Wils [J]. *West China J Pharm Sci* (华西药理学杂志), 2010, 25: 387-388.
- 4 Chen J (陈笈), Wang BC (王伯初). Advance in pharmacological studies of cortex *Magnolia officinalis* [J]. *Journal of Chongqing University: Nat Sci* (重庆大学学报: 自科版), 2005, 28: 136-139.
- 5 Li XC (李星彩). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil from the leaf of *Magnolia officinalis* [J]. *Food Sci Technology* (食品科技), 2013, 38: 271-275.
- 6 He JH (贺建红), Li XC (李星彩), Liu CF (刘存芳). The determination of trace elements magnolia leaves [J]. *Studies of Trace Elements and Health* (微量元素与健康研究), 2013, 30(6): 19-20.
- 7 Wei FS (韦芳三), Li CH (李纯厚), Ming D (明戴), et al. Improvement of soxhlet extraction used for determination of crude lipids content of marine microalgae [J]. *J Shanghai Ocean Univer* (上海海洋大学学报), 2011, 20: 619-623.
- 8 Ma QG (马琴国), Wang YQ (王引权), Zhao Y (赵勇). Determination of soluble sugar in the codonopsis by anthrone-sulfuric acid colorimetry [J]. *J Gansu College of Tcm* (甘肃中医学院学报), 2009, 26(6): 46-48.
- 9 Yang L (杨雷), Wang S (王帅). The improvement of the direct titration of reducing sugar [J]. *China Western Cereals &*

- Oils Techn*(西部粮油科技),1999,24(4):47-48.
- 10 Zhao YY(赵英永), Dai Y(戴云), Cui XM(崔秀明), *et al.* Determination of protein contents of radix aconiti kusnezoffii using coomassie brilliant blue G-250 dye binding[J]. *J Yunnan Nationalities Univ: Nat Sci*(云南民族大学学报:自科版), 2006, 15: 235-237.
 - 11 Zhang WJ(张卫佳), Chen JS(陈家树), Jiang QB(蒋其斌). Determination and analysis of heavy metals in the medicinal materials of Sichuan province[J]. *Northwest Pharm J*(西北药学杂志), 2010, 25: 104-105.
 - 12 Ke RD(柯润达), Liu CF(刘彩芬), Zhao HH(赵红红). Determination of trace elements in *Magnolia officinalis*[J]. *Jiangxi Feed*(江西饲料), 2014, (6): 1-4.
 - 13 Zhang X(张欣), Wang J(王洁), Xu MM(许苗苗), *et al.* Analysis of amino acids in rhizoma panacis majoris from different producing area[J]. *Shaanxi J Tradit Chin Med*(陕西中医), 2017, 38: 116-118.
 - 14 Xiong BH(熊本海), Luo QY(罗清尧), Zhao F(赵峰). Chinese feed ingredients and nutritional value table (27th edition, 2016) notes [J]. *China Feed*(中国饲料), 2016, (21): 33-43.
 - 15 Yue XH(岳祥华), Zhang M(张明), Liu GH(刘桂华). Dynamic change of nutritional components of leaf of *arundinaria argenteostriata* in different growing period[J]. *J Anhui Agri Sci*(安徽农业科学), 2009, 37: 11970-11971.
 - 16 Luo F(罗峰), Sun SJ(孙守钧), Zhang SG(张树光). Effects of different varieties and levels of nitrogen fertilizer on accumulation of crude fiber in forage sorghum stalk[J]. *J Heilongjiang August First Land Reclamation Univer*(黑龙江八一农垦大学学报), 2007, 19(3): 17-20.
 - 17 Yang GQ(杨桂芹), Sun JY(孙佳易), Guo DX(郭东新), *et al.* Effects of dietary fiber source and crude fiber level on pellet quality, growth performance and meat quality of meat rabbits[J]. *Chin J Anim Nutr*(动物营养学报), 2015, 27: 3084-3093.
 - 18 Ji ZB(吉增宝), Wang JX(王进鑫), Li JW(李继文), *et al.* Dynamic changes of soluble sugar in the seedlings of *rob-inia pseudoacacia* under drought stress and rewatering in different seasons[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报), 2009, 29: 1358-1363.
 - 19 Yuan SY(袁圣勇), Luo XL(罗兴录), Zeng WD(曾文丹), *et al.* Studies on the relationship between soluble sugar's transportation, distribution and the starch accumulation in the root tube of cassava[J]. *Chin Agri Sci Bull*(中国农学通报), 2013, 29: 153-157.
 - 20 Men FY(门福义), Liu MY(刘梦云). Potato cultivation physiology[M]. Beijing: China Agriculture Press, 1993, 128.
 - 21 Ma QG(马秋刚), Xu CL(胥传来), Chen XD(陈旭东), *et al.* Effect of oligosaccharide feed additive on the production performance of weaned pigs[J]. *Chin J Anim Sci*(中国畜牧杂志), 2004, 40(10): 53-55.
 - 22 Xue ZC(薛志成). The rational use of amino acid additives in feed[J]. *Word of Feed*(饲料世界杂志), 2006, (8): 21-37.
 - 23 Zhang HT(张海涛), Kong M(孔梦). The application of vitamins in animal feed[J]. *Shandong J Animal Sci Veterinary Med*(山东畜牧兽医), 2017, 38(3): 67-69.

(上接第 1381 页)

- 12 Fen WQ(范文乾). Study on antiviral active components and HPLC fingerprint of *Alternanthera philoxeroides* [D]. Wuhan: Hubei University of Chinese Medicine(湖北中医药大学), 2007.
- 13 Schwab W, Scheller G, Schreier P. Glycosidically bound aroma components from sour cherry[J]. *Phytochemistry*, 1990, 29: 607-612.
- 14 Wang YH, Jin YJ, Xu B, *et al.* Chemical constituents of stems of *Acanthopanax senticosus* [J]. *J Chin Pharm Sci*, 2014, 49: 1701-1703.
- 15 Shimoda K, Kondo Y, Nishida T, *et al.* Biotransformation of thymol, carvacrol, and eugenol by cultured cells of *Eucalyptus perriniana*[J]. *Phytochemistry*, 2006, 67: 2256-2261.
- 16 Kiuchi F, Gafur MA, Obata T, *et al.* Acacia concinna saponins. II. Structures of monoterpenoid glycosides in the alkaline hydrolysate of the saponin fraction [J]. *Chem Pharm Bull*, 1997, 45: 807-812.
- 17 Wu TS, Yeh JH, Wu PL. The heartwood constituents of *tetradium glabrifolium*[J]. *Phytochemistry*, 1995, 40: 121-124.
- 18 Yang NY(杨念云), Duan JA(段金殿), Li P(李萍), *et al.* Flavonoids from *Glechoma longituba*(Nakai) Kupr[J]. *J Chin Pharm Univ*(中国药科大学学报), 2005, 36(3): 210-212.
- 19 Zhang W(张伟), Song QS(宋启示). Study on the chemical constituents of *Gastrodia elata* grown in Dafang forest of Guizhou[J]. *Chin Tradit Herb Drugs*(中草药), 2010, 41: 1782-1785.