

香椿成熟复叶饲用价值分析评价研究

苏 上¹, 倪建伟¹, 许 可², 耿涌杭¹, 王 伟¹, 许新桥^{1*}

(1. 中国林业科学研究院林业研究所 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091;

2. 中国人民大学附属中学朝阳分校, 北京 100029)

摘要: [目的] 对我国南、北方种植的香椿成熟复叶的营养成分组成及其生物量进行分析, 探讨香椿成熟复叶的饲用价值及其开发潜力, 为推动香椿的综合开发利用提供参考。 [方法] 利用化学分析法测定了香椿成熟复叶的粗蛋白、氨基酸及矿物质等营养成分组成和含量, 并通过生物量评估及肉羊饲喂实验, 分析评价了我国香椿的饲用开发价值及发展潜力。 [结果] 香椿成熟复叶具有高蛋白(16.25%~17.78%)低脂肪(3.10%~5.45%)的特点, 且含17种氨基酸, 动物必需氨基酸占比33.12%~34.60%, 同时富含钾、钙、磷、镁、铁、锌等矿质元素。香椿成熟复叶的营养价值高于常规谷物等粮食饲料, 与优质苜蓿相近, 且肉羊喜食香椿成熟复叶, 无腹泻、抽搐等不良现象。 [结论] 香椿成熟复叶饲用价值较高, 属高蛋白低脂型饲料原料, 我国黄河、长江流域是饲用/菜饲两用型香椿的适宜发展区。

关键词: 香椿; 成熟复叶; 饲料; 营养; 潜力; 评价

中图分类号: S789

文献标识码: A

文章编号: 1001-1498(2017)05-0848-06

Analysis and Evaluation on Feeding Value of Mature Leaves of *Toona sinensis*

SU Shang¹, NI Jian-wei¹, XU Ke², GENG Yong-hang¹, WANG Wei¹, XU Xin-qiao¹

(1. Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 2. Chaoyang Branch of the High School Affiliated to Renmin University of China, Beijing 100029, China)

Abstract: [Objective] The present study intends to reveal and evaluate the feeding value and biomass of mature leaves of *Toona sinensis* (A. Juss.) Roem (TS) grown in the south and north of China, and help to lay a foundation for the construction of comprehensive feed industry of TS. [Method] The contents of crude protein, amino acids, minerals and other nutrients of the mature leaves of TS grown in China were analyzed, and their feeding value were confirmed by mutton-sheep breeding experiments. By analysis of biomass and cultivate-suit area of TS, the development potential of mature leaves of TS as feedstuff were discussed. [Result] The mature leaves of TS were equipped with high content of crude protein (16.25% - 17.78%) and low content of crude fat (3.10% - 5.45%), and contained 17 kinds of amino acids, with the essential amino acids accounted for 33.12% - 34.60%. In addition, the mature leaves of TS were also rich in potassium, calcium, phosphorus, magnesium, iron, zinc and other mineral elements. Sheep in breeding experiments appeared to favor the mature leaves of TS, and no adverse phenomenon, neither diarrhea nor convulsions, happened. The nutritional value of mature leaves of TS were higher than conventional consumed grains, and were comparable to *Medicago sativa*. [Conclusion] Mature leaves of TS are

收稿日期: 2017-03-15

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务青年专项 CAFYBB2017QA004

作者简介: 苏 上(1988—), 博士, 助理研究员, 主要研究方向是香椿资源开发利用及其氮代谢调控. E-mail: sssushang@126.com.

* 通讯作者: 许新桥(1972—), 博士, 教授级高级工程师, 主要研究方向是木本饲料和木本油料资源的开发与利用. E-mail: xqx210@126.com.

high in crude protein, low in crude fat, and do have the potential to be protein feed. The region along the Yellow River and the Yangtze River of China are pointed to be the suit development area for feed-used/buds-feed-used TS.

Keywords: *Toona sinensis*; mature leaves; feed; nutrition; potential; evaluation

香椿(*Toona sinensis* (A. Juss.) Roem)是楝科(Meliaceae)香椿属(*Toona*)多年生落叶乔木,是我国具有悠久菜用、材用、绿化用及药用历史的珍贵速生树种^[1]。香椿嫩芽因其浓郁的香味及特殊的口感,备受人们喜爱,是我国民众传统喜食的特色名贵“木本蔬菜”。目前,香椿的相关研究多是集中在种苗繁育及其嫩芽和种子的加工利用上,而大量的香椿成熟复叶尚未得到开发和利用。我国河南、山东、陕西、安徽、浙江、四川、福建、云南及广西等多个省市均已大力发展香椿产业,但主要经营鲜食香椿芽及其相关加工品。据不完全统计,截止2010年,仅广西一省的香椿种植面积就已超1.5万hm²,其菜用香椿嫩芽的单株年产量(3—9月,每月采收1次)约为216g^[2]。作为菜用种植的香椿,经适量抹芽、摘心后,存芽长成的成熟复叶产量仍很可观,但其尚未得到开发利用,仍处于资源浪费阶段。资料显示,在我国山东及印度的部分区域,当地少数居民曾将香椿叶混入饲料,饲喂家禽/畜^[1]。本研究对我国南、北方种植的香椿成熟复叶的营养成分组成及其生物量进行了分析,并开展了肉羊饲喂实验,探讨了香椿成熟复叶的饲用价值及其开发潜力,为香椿产业拓展及其产业链的延伸提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

香椿成熟复叶为其嫩芽萌发后,生长约3~4个月的当年生羽状复叶。其中,南方种植的香椿的成熟复叶于2016年7月20日采自广西壮族自治区南宁市林业科学研究所,北方种植的香椿的成熟复叶于2016年7月25日采自北京市园林科学研究院。去除采得的新鲜香椿材料中木质化程度较高的硬质茎干,保留复叶叶轴,用湿报纸包裹后,装于保鲜袋中,避光保存,并尽快运回实验室,用于后续实验。

1.2 方法

1.2.1 香椿成熟复叶营养成分分析 粗蛋白的测定参照国家标准GB5009.5-2010食品中蛋白质的测定-凯氏定氮法;粗脂肪的测定参照国家标准GB/T6433-2006饲料中粗脂肪的测定;采用国家标准GB/T5009.124-2003食品中氨基酸的测定方法分析

样品的氨基酸组成及含量。香椿成熟复叶中矿质元素的组成及含量委托中国农业科学院农产品加工研究所完成。

1.2.2 香椿成熟复叶生物量分析 2016年7月下旬,分别在南宁市林业科学研究所及北京市园林科学研究院的菜用香椿种植园中,随机选择10株无病虫害、长势正常的3年生菜用香椿苗,截取其主杆1.2m高度以上的所有茎叶,剥取羽状复叶,称量并记录。剔除极值后,计算平均值,分别记为其成熟复叶的生物量。

1.2.3 肉羊饲喂实验 购进断奶后1月龄的‘白萨’肉羊,以用发酵袋进行1个月密闭发酵的香椿成熟复叶为饲料,对‘白萨’肉羊进行为期3个月的饲喂实验,观察并记录饲喂过程中肉羊的生长情况。首先进行为期1周的过渡饲喂,之后进行常规性香椿成熟复叶饲喂,即每天早8:00、晚16:00对肉羊进行2次饲喂,其间连续5d记录肉羊对香椿成熟复叶的自由采食量。

1.3 数据分析

所得数据均用Excel及SPSS软件进行平均值及标准误分析。

2 结果与分析

2.1 香椿成熟复叶的一般营养成分

南宁、北京种植的香椿成熟复叶中粗蛋白含量分别为(17.78±0.07)%和(16.25±0.02)%,远高于我国《饲料数据库》^[3]中传统粮食饲料的蛋白含量,如小麦(*Triticum aestivum*,中国饲料号CFN 4-07-0270,蛋白含量13.4%)、玉米(*Zea mays*,CFN 4-07-0278,9.4%)、高粱(*Sorghum bicolor*,CFN 4-07-0272,9.0%)等,低于饲用大豆(*Glycine max*,CFN 5-09-0127,35.5%),与畜牧业广泛使用的高蛋白苜蓿(*Medicago sativa*,CFN 1-05-0075,17.2%)相近,具有开发为高蛋白饲料的潜在价值。同时,南宁、北京种植的香椿成熟复叶中粗脂肪含量分别为(5.45±0.02)%和(3.10±0.03)%,与上述苜蓿(2.6%)及常规粮食饲料(小麦1.7%,玉米3.1%,高粱3.4%)相近,远低于大豆(17.3%),属于低脂型饲料原料。

2.2 香椿成熟复叶的氨基酸组成

表1所示:南宁、北京种植的香椿成熟复叶中含

有丰富的氨基酸,二者中均检测出 17 种氨基酸,其中鲜味氨基酸(DAA)中的谷氨酸(含量分别为 $(3.28 \pm 0.06)\%$ 和 $(2.95 \pm 0.10)\%$)及天门冬氨酸($(1.55 \pm 0.04)\%$ 和 $(1.05 \pm 0.03)\%$)是其含量最高的氨基酸,且其 DAA 含量分别占总氨基酸的 33.17% 和 34.05%。通常,鲜味氨基酸能够赋予食品鲜香的风味,故北京种植的香椿成熟复叶较南宁种植的香椿鲜味更胜。蛋氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、酪氨酸、色氨酸、组氨酸、赖氨酸、精氨酸被认

为是苦味氨基酸(BAA),丙氨酸、甘氨酸、丝氨酸、脯氨酸、苏氨酸是甜味氨基酸(SAA)^[4],能够分别贡献于植物风味中的苦涩及甘甜。南宁、北京种植的香椿成熟复叶的 SAA 值分别为 $(3.97 \pm 0.11)\%$ 和 $(2.95 \pm 0.10)\%$,BAA 值分别为 $(5.63 \pm 0.15)\%$ 和 $(4.77 \pm 0.11)\%$,其 SAA/BAA 值为 0.71 和 0.62,可见南宁种植的香椿成熟复叶较北京种植的香椿的风味更甘甜,作为饲料原料而言,其对产品的适口性具有重要意义。

表 1 香椿成熟复叶的氨基酸组成

Table 1 Amino acids content of mature leaves of *T. sinensis*

氨基酸组成 Amino acid content	香椿成熟复叶 Mature leaves of <i>T. sinensis</i>		氨基酸组成 Amino acid content	香椿成熟复叶 Mature leaves of <i>T. sinensis</i>	
	广西 Guangxi	北京 Beijing		广西 Guangxi	北京 Beijing
赖氨酸(Lys)**	0.95 ± 0.03	0.84 ± 0.03	谷氨酸(Glu)	3.28 ± 0.06	2.95 ± 0.10
缬氨酸(Val)**	0.70 ± 0.01	0.59 ± 0.01	组氨酸(His)	0.29 ± 0.01	0.26 ± 0.00
蛋氨酸(Met)**	0.13 ± 0.00	0.09 ± 0.00	精氨酸(Arg)	0.70 ± 0.02	0.58 ± 0.01
亮氨酸(Leu)**	1.07 ± 0.03	0.92 ± 0.03	甘氨酸(Gly)	0.70 ± 0.02	0.57 ± 0.02
苏氨酸(Thr)**	0.63 ± 0.02	0.52 ± 0.02	丙氨酸(Ala)	0.78 ± 0.02	0.69 ± 0.02
异亮氨酸(Ile)**	0.59 ± 0.01	0.49 ± 0.01	脯氨酸(Pro)	1.12 ± 0.03	0.66 ± 0.03
苯丙氨酸(Phe)**	0.76 ± 0.02	0.63 ± 0.01	丝氨酸(Ser)	0.75 ± 0.02	0.51 ± 0.02
酪氨酸(Tyr)*	0.44 ± 0.02	0.37 ± 0.01	天冬氨酸(Asp)	1.55 ± 0.04	1.05 ± 0.03
胱氨酸(Cys)*	0.14 ± 0.00	0.04 ± 0.00	鲜味氨基酸	4.83 ± 0.10	4.01 ± 0.13
总必需氨基酸	4.83 ± 0.13	4.07 ± 0.11	甜味氨基酸	3.97 ± 0.11	2.95 ± 0.10
总氨基酸	14.57 ± 0.36	11.77 ± 0.34	苦味氨基酸	5.63 ± 0.15	4.77 ± 0.11

注: **必需氨基酸; * 半必需氨基酸; ** Essential amino acid; * Semi-essential amino acid.

当评价饲料原料营养价值高低时,其必需氨基酸(EAA)组成及含量具有决定性作用。南宁、北京种植的香椿成熟复叶中均检测到 7 种必需氨基酸(表 1),含量达 $(4.83 \pm 0.13)\%$ 和 $(4.07 \pm 0.11)\%$,分别占其总氨基酸含量的 33.12% 和 34.60%,且必需氨基酸含量与非必需氨基酸(NEAA)含量的比值达 49.51% 和 52.91%,与联合国粮食与农业组织与世界卫生组织(FAO/WHO)建议值相近^[5],属于高营养型饲料原料。从含量上看,蛋氨酸在香椿成熟复叶中较为匮乏,在饲用开发时需注意适量补给。

2.3 香椿成熟复叶的矿质元素组成

矿质元素是动物养殖过程中必需注意补充的营养成分,钾、钙、磷、镁、钠通常被认为是常量元素,而铁、锌、锰、铜、硒、钴、铬、钼、砷、铝、镍、钒等则被认为是动物生长发育具有重要影响的微量元素,除铝、镍、钒在常规饲料中较为充沛外,其余微量元素在饲养动物日粮中均需不同程度的添加、配衡^[6]。由表 2 可知:南宁、北京种植的香椿成熟复叶均含有

丰富的矿质元素,且与常规饲料相比,香椿成熟复叶具有明显的低钠、高钙、富铁硒的特点,除锌、钠外,香椿成熟复叶的各类矿质元素含量均高于玉米(CFN 4-07-0278)等常用粮食饲料,与大豆(CFN 5-09-0127)、苜蓿(CFN 1-05-0074)等优质豆科饲料相近^[3]。同时,除钾、钠、硒外,北京种植的香椿成熟复叶的各类矿质元素含量均高于南宁种植的香椿。矿质元素的积累差异,可能更多的受栽培环境的影响,如土壤、施肥及气候等。因此,后续研究需进一步探究环境因素与营养积累间的关系,以期更好地指导培育能够特异性富集目的养分的优良种质,并建立相应的栽培管理模式。

2.4 香椿成熟复叶的生物量

生物量的大小在很大程度上决定了其饲用开发成本的高低,对其实用性具有重要影响。本研究分析表明,南宁、北京种植的香椿经正常菜用采芽后,其 1.2 m 以上部分的生物量分别为 $(0.59 \pm 0.06) \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$ 和 $(2.59 \pm 0.18) \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$,推测该生物量差异除受气候影响外,更多是受栽培模式影响。为更

表2 香椿成熟复叶的矿质元素组成

Table 2 Mineral elements content of mature leaves of *T. sinensis*mg · kg⁻¹

矿质元素 Mineral elements	香椿成熟复叶 Mature leaves of <i>T. sinensis</i>		常规饲料 ^a Common feed		
	广西 Guangxi	北京 Beijing	玉米 <i>Zea mays</i> 4-07-0278 ^b	大豆 <i>Glycine max</i> 5-09-0127 ^b	苜蓿 <i>Medicago sativa</i> 1-05-0074 ^b
钾 (K)	15 671.24	8 165.31	2 900.00	17 000.00	20 800.00
钙 (Ca)	8 486.67	15 199.48	900.00	2 700.00	14 000.00
磷 (P)	1 886.91	3 104.23	2 200.00	4 800.00	5 100.00
镁 (Mg)	1 157.20	2 467.83	1 100.00	2 800.00	3 000.00
钠 (Na)	53.33	30.30	100.00	200.00	900.00
铁 (Fe)	55.18	131.85	36.00	111.00	372.00
锌 (Zn)	25.50	20.40	21.10	40.70	17.10
锰 (Mn)	24.78	17.11	5.80	21.50	30.70
铜 (Cu)	6.12	8.36	3.40	18.10	9.10
硒 (Se)	0.09	0.06	0.04	0.06	0.46
钴 (Co)	0.03	0.07			
铬 (Cr)	1.12	1.59			
钼 (Mo)	0.03	0.22			
砷 (As)	0.03	0.10			
铝 (Al)	14.41	35.40			
镍 (Ni)	0.70	1.25			
钒 (V)	0.04	0.13			
铅 (Pb)	0.48	0.99			

注:a 数据引自《饲料数据库》;b 中国饲料号(CFN);

a Data were cited from Chinese Feed Database;b Chinese Feed Number (CFN).

充分、合理地利用光热条件,本研究中南宁样地中香椿的栽培密度,即株行距为 0.3 m × 0.3 m,北京样地中香椿的栽培密度为 0.5 m × 0.5 m。通常香椿呈直立生长状态,分枝能力较弱,对于菜用香椿采芽而言,适度密植对其枝叶生长影响较小;但从香椿成熟复叶的饲用开发而言,高密度对复叶的生长仍有一定抑制。从产量分析,株行距 0.3 m × 0.3 m 模式下,栽植密度约 11 万株 · hm⁻²,按每株香椿成熟复叶产量 0.59 kg 估算,成熟复叶产量约 66 t · hm⁻²;株行距 0.5 m × 0.5 m 模式下,栽植密度约 4 万株 · hm⁻²,按每株香椿成熟复叶产量 2.59 kg 估算,成熟复叶产量约 104 t · hm⁻²。因此,根据不同生产目的,筛选适宜的栽培模式,对其成本控制具有重要意义。同时,科学建立饲用香椿的栽培管理模式也是香椿成熟复叶饲用开发进程中亟待解决的关键问题之一。

2.5 肉羊饲喂情况

本研究用香椿成熟复叶为材料,对断奶后肉羊进行了短期饲喂实验,结果表明(表3):肉羊喜食香椿成熟复叶,自由采食情况下,每只肉羊每日可采食约 1.26 ~ 1.83 kg 香椿成熟复叶;所有饲养动物在实验周期中均未出现腹泻、抽搐等不良现象。以上结果表明,香椿成熟复叶确实可用做家畜饲料。同

时,由于香椿成熟复叶营养价值突出,是优质高蛋白饲料的理想原料,可补充我国蛋白饲料原料的供给不足,开发前景广阔。

表3 肉羊对香椿成熟复叶的日采食量

Table 3 The average daily intake of mature leaves of

T. sinensis of sheepkg · d⁻¹

编号 No.	上午 Morning	下午 Afternoon	全天 Whole day
1	0.57	0.69	1.26
2	0.66	0.68	1.34
3	0.71	0.95	1.66
4	0.94	0.89	1.83
5	0.86	0.89	1.75
平均	0.75 ± 0.07	0.82 ± 0.06	1.57 ± 0.11

2.6 香椿成熟复叶的饲用开发优势及潜力评价

2.6.1 适生区优势 香椿在我国 400 mm 等降水线以南区域多有自然分布,其分布界限大体在 22° ~ 42° N, 100° ~ 125° E 之间^[7],北起辽宁省的辽阳、锦州,经北京密云县,连河北阜平,贯穿山西孟县、阳曲县、汾阳县,向西延伸至陕西延安,甘肃庆阳、平凉、定西,抵达兰州;西界由兰州向南,达云南、贵州;南通广西、广东、海南;东至我国东南沿海各省和台湾省^[8]。通常,香椿生长对土壤及降雨量等生长条件要求并不严格,温度是其生长分布的关键约束条件。一般,香椿在年平均温度 8 ~ 20℃ 的地区均可

栽培,其适宜生长温度为 $16 \sim 25^{\circ}\text{C}$, $20 \sim 25^{\circ}\text{C}$ 为其最佳生长温度;多年生香椿对 -20°C 的低温有较好的耐受性,但其1年生幼苗在 -10°C 就会发生严重冻害,甚至死亡^[9]。结合中国气象局(<http://www.cma.gov.cn/>)公布的温度资料,我国香椿的推广栽培可分为4种类型。其中,年均温 $<0^{\circ}\text{C}$ 的高寒地区,不宜露天栽培香椿,可适度发展暖棚菜用香椿;年均温约 $5 \sim 10^{\circ}\text{C}$ 的区域气温相对温和,可露天或利用冷棚栽培香椿,但幼苗露天越冬时需采取埋土、铺被等防寒措施,成本相对较高;年均温 $>20^{\circ}\text{C}$ 的海南等部分南部省市,夏季相对高温,需特别注意防范高温、高湿对香椿的生长抑制和灼伤;而黄河(年均温约 $10 \sim 15^{\circ}\text{C}$)及长江流域(年均温约 $15 \sim 20^{\circ}\text{C}$)不仅温度、土壤等自然条件适宜,而且该区是我国香椿自然分布的中心区域,也是目前已形成的香椿的最大种植区,同时该区人口相对集中,经济较为发达,可以发展高水平的现代化规模农业,是未来最适宜推广栽培饲用或菜饲两用香椿的区域。

2.6.2 高产优势 香椿是我国民众传统喜食的“树上蔬菜”,在我国已有2000多年的栽培历史^[10]。我国香椿产业已有很大体量,据不完全统计,迄今我国香椿种植面积已超6万 hm^2 ,四川、山东、河北、安徽、广西及重庆是主要栽培区,且其种植面积仍呈不断扩大之势。目前,香椿在我国的主要利用形式是菜用采食,主要利用部位是嫩芽,除少数精细管理团队可通过截干、施肥、设施栽培等技术手段实现香椿全年采芽外,多数香椿栽培户仅采售其清明前后的头二、三茬椿芽,之后留以生长,保持树势。本研究结果显示,采芽后生长4个月的香椿,其1.2 m之上的成熟复叶产量约 $0.59 \sim 2.59 \text{ kg}$ 。实际上,长江以南,如广西栽培的香椿,在7月中、下旬截干后仍可再次萌生枝叶,至11月上、中旬可完成二次成熟,此时仍可再采收一次成熟复叶,实现每年的双季采收;但目前,仅香椿嫩芽得以开发利用,而如此大量的香椿成熟复叶仍然未被利用。本研究表明,香椿成熟复叶具有突出的营养价值,且肉羊喜食,可以开发为优质高蛋白饲料。因此,充分利用我国香椿产业的已有体量优势,开发菜饲两用香椿栽培管理模式,挖掘利用香椿成熟复叶的饲用价值,除能在很大程度上弥补我国蛋白饲料缺口外,更能够催生我国香椿特色饲料产业及其对应养殖产业,促进传统香椿产业链的延伸与升级。同时,香椿是适应力极强的速生型树种,对土地投入要求低,且当年种植,次

年可实现收益^[11]。因此,开展饲用或菜饲两用香椿的开发及栽培推广,也可助力我国贫困地区农户脱贫致富。

2.6.3 保健优势 香椿还是我国的传统中药材,其树皮止血,根粉提神,嫩叶祛风。Chao等^[12]研究表明,香椿在其所检测的27种蔬菜中抗氧化活性最强,并具有突出的消炎^[13-14]、镇痛^[15]、降血糖^[16]、抗癌等功效^[17-19]。近期研究表明,香椿叶中富集的大量类黄酮成分是其主要功能成分,且类黄酮积累量随其叶片的不断成熟而持续增加^[20],这赋予了香椿成熟复叶极佳的抗氧化活性,使其抗氧化活性高于银杏叶及茶叶^[21],保健功效显著。因此,香椿成熟复叶不仅是高营养价值的蛋白饲料原料,更是潜在的功能型饲料原料,将助力于提高家畜/禽免疫性能,辅助降低养殖环节的抗生素用量,对践行低抗养殖具有重要意义。

3 讨论

由本研究结果可知,香椿成熟复叶含有丰富的营养成分,尤其粗蛋白含量较高,平均约18%,部分样品可达25%~30%,远高于坊间常用的谷物等粮食饲料,与国际上广泛推广使用的苜蓿不相上下,属于高营养型饲料原料,且具有较好的风味,肉羊喜食,具有广阔的饲用开发潜力。将南宁、北京种植的香椿成熟复叶的营养分析结果进行比较,可以发现北京种植的香椿成熟复叶的多项品质值均高于南宁种植的香椿,如氨基酸总量、必需氨基酸含量、矿质元素含量及风味等。因此,可以说在一定程度上,北方种植的香椿成熟复叶较南方种植的香椿更具饲用开发价值;但本研究只对南宁、北京现有种植基地的香椿成熟复叶进行了采样分析,而栽培模式、采摘周期及栽培环境对其营养成分组成、含量及生物量的影响还需进一步的探索。

随着我国城市化进程的推进和人民生活水平的进一步提高,人们对肉、禽、蛋、奶等产品的消费需求不断增加^[22],养殖业规模不断发展壮大,饲料用量急剧攀升,饲料,特别是高蛋白饲料缺口持续扩大。《全国饲料工业“十三·五”发展规划》指出,2020年我国肉类、奶类预期产量分别为9000万t、4100万t。我国蛋白饲料原料进口依存度已超80%,而要实现“十三·五”预期,仍将年增加100~125万t蛋白饲料原料消费;但是,在可耕地面积不断缩小,土地日趋退化,而人口持续增加这一国情下,我国耕地将

优先用于保障口粮绝对安全和谷物基本自给。那么,如何解决饲料短缺这一难题?单纯依赖进口显然不切实际,着力开发边际土地,挖掘优质非常规饲料资源迫在眉睫。香椿作为高蛋白、高营养的潜在优质木本饲料,兼备适生区广、产量高、保健功效好等开发优势,为饲料产业的扩展提供了重要的发展空间,为香椿的综合开发和高效利用提供进一步优化拓展的途径。

4 结论

香椿成熟复叶具有突出的营养价值,其粗蛋白含量约 16.25%~17.78%,远高于我国传统谷物等粮食饲料的蛋白含量,与优质苜蓿相近;粗脂肪含量约 3.10%~5.45%,低于饲用大豆,属高蛋白低脂型饲料原料。同时,香椿成熟复叶富含钾、钙、磷、镁、铁、锌、锰、铜、硒等矿质元素,其中钙、锌含量更高于苜蓿;其氨基酸含量丰富,必需氨基酸占其总氨基酸的 33.12%~34.60%,必需氨基酸含量与非必需氨基酸含量的比值达 49.51%~52.91%,属于高营养型饲料原料。以香椿成熟复叶为饲料,饲喂肉羊,肉羊无腹泻等不良反应,且表现为喜食,可见香椿成熟复叶具有突出的饲用开发价值。本研究认为,因地制宜,对香椿成熟复叶进行饲用开发具有可推广区域广、产量高、保健性好的突出优势,且我国黄河、长江流域是饲用/菜饲两用香椿的最宜推广栽培区,具有广阔的开发前景。

参考文献:

- [1] Peng H, Mabberley D J, Pannell C M, et al. Meliaceae[M]. Beijing & St. Louis: Flora of China Science Press & Middourri Botanical Garden Press, 2008.
- [2] 宋志姣. 广西香椿种源试验与选择[D]. 南宁: 广西大学, 2013.
- [3] 熊本海, 罗清尧, 赵 峰, 等. 中国饲料成分及营养价值表(2015年第26版)[J]. 饲料广角, 2015(23): 21-31.
- [4] 兰永清, 吴志勇, 王荣民, 等. 江西地方品种黄牛产肉性能及肉品质分析研究[J]. 中国畜牧兽医, 2011, 38(10): 203-207.
- [5] FAO/WHO. Energy and protein requirements [M]. Geneva: World Health Organization, 1973.
- [6] 计 成. 动物营养学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [7] 陆长句, 张德纯, 王德榛. 香椿起源和分类地位的研究[J]. 植物研究, 2001, 21(2): 195-199.
- [8] 辛永萍, 马 勤. 香椿种质资源分布及经济价值[J]. 陕西农业科学, 2008, 54(3): 85-87.
- [9] 戴桂芝. 香椿的开发及高产高效栽培[J]. 北方园艺, 2004(4): 24-25.
- [10] 杨家彦. 香椿资源及利用前景[J]. 特种经济动植物, 2001, 4(2): 35.
- [11] 李其成, 张维顺, 林 军. 香椿的综合利用价值及栽培技术[J]. 现代农业科技, 2012(8): 215.
- [12] Chao P Y, Lin S Y, Lin K H, et al. Antioxidant activity in extracts of 27 indigenous Taiwanese vegetables [J]. Nutrients, 2014, 6(5): 2115-2130.
- [13] Truong V L, Ko S Y, Jun M, et al. Quercitrin from *Toona sinensis* (Juss.) M. Roem. Attenuates acetaminophen-induced acute liver toxicity in HepG2 cells and mice through induction of antioxidant machinery and inhibition of inflammation[J]. Nutrients, 2016, 8(7): 431-447.
- [14] Yang H L, Huang P J, Liu Y R, et al. *Toona sinensis* inhibits LPS-induced inflammation and migration in vascular smooth muscle cells via suppression of reactive oxygen species and NF- κ B signaling pathway[J]. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, Doi:org/10.1155/2014/901315.1-16.
- [15] Su Y F, Yang Y C, Hsu H K, et al. *Toona sinensis* leaf extract has antinociceptive effect comparable with non-steroidal anti-inflammatory agents in mouse writhing test[J]. BMC Complementary and Alternative Medicine, 2015, 15(1): 71-74.
- [16] Li W Z, Wang X H, Zhang H X, et al. Protective effect of the n-butanol *Toona sinensis* seed extract on diabetic nephropathy rat kidneys[J]. Genetics and Molecular Research, 2016, 15(1): 1-9.
- [17] Yang H L, Thiyyagarajan V, Liao J W, et al. *Toona sinensis* inhibits murine leukemia WEHI-3 cells and promotes immune response in vivo[J]. Integrative Cancer Therapies, 2016(2), 1-11.
- [18] Yang S, Zhao Q, Xiang H, et al. Antiproliferative activity and apoptosis-inducing mechanism of constituents from *Toona sinensis* on human cancer cells [J]. Cancer Cell International, 2013, 13(1): 12.
- [19] Chia Y C, Rajbanshi R, Calhoun C, et al. Anti-neoplastic effects of gallic acid, a major component of *Toona sinensis* leaf extract, on oral squamous carcinoma cells[J]. Molecules, 2010, 15(11): 8377-8389.
- [20] 刘常金, 江慎华, 王昌禄, 等. 不同季节与产地香椿黄酮及皂苷的含量变化[J]. 天津科技大学学报, 2006, 21(1): 18-20.
- [21] 王玉荣, 江慎华, 陈勉华, 等. 香椿老叶、银杏叶、茶叶抗氧化活性比较[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(2): 435-437.
- [22] 张毓珂. 全球化视野下的中国粮食安全问题研究[D]. 太原: 山西师范大学, 2015.

(责任编辑:彭南轩)