

我国麋鹿药用资源的发展与研究现状及其资源产业化的思考

李锋涛^{1,2}, 段金庵^{2*}, 钱大玮², 蒋情², 刘睿², 彭蕴茹³, 丁玉华⁴, 任义军⁴

1. 江苏农牧科技职业学院, 江苏 泰州 225300

2. 南京中医药大学 江苏省中药资源产业化过程协同创新中心/中药资源产业化与方剂创新药物国家地方联合工程研究中心, 江苏 南京 210023

3. 江苏省中医药研究院, 江苏 南京 210028

4. 江苏省大丰麋鹿国家级自然保护区, 江苏 大丰 224136

摘要: 麋鹿为我国珍贵的药用生物资源, 其茸、角、骨、肉、血等入药已逾千年, 均为我国传统名贵中药。由于麋鹿在我国的灭绝而无药可用。随着麋鹿种群重引入并快速扩大, 围绕麋鹿生物资源的保护与利用开展了广泛的现代研究。系统分析了麋鹿药用资源的保护现状, 提出了应明确麋鹿作为我国特种经济动物的战略地位, 积极开展麋鹿野化驯养与人工规范化养殖相结合的资源发展模式, 通过开展以麋鹿药用资源科学合理利用为目的的应用性基础研究, 并研究开发独具特色的麋鹿系列产品, 促进麋鹿生物资源在中药农业、工业、商业、保健品业、食品业、化妆品业以及加工设备技术等产业化的构想, 以期引导和推动麋鹿生物资源综合利用与保护的健康可持续发展。

关键词: 麋鹿; 中药资源产业化; 保护与利用; 野生驯化; 规范化养殖

中图分类号: R282.74 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2015)08-1237-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2015.08.026

Research and development of Chinese medicinal resources of elk and thoughts on its resources industrialization

LI Feng-tao^{1,2}, DUAN Jin-ao², QIAN Da-wei², JIANG Qing², LIU Rui², PENG Yun-ru³, DING Yu-hua⁴, REN Yi-jun⁴

1. Jiangsu Agri-animal Husbandry Vocational College, Taizhou 225300, China

2. Jiangsu Collaborative Innovation Center of Chinese Medicinal Resources Industrialization, and National and Local Collaborative Engineering Center of Chinese Medicinal Resources Industrialization and Formulae Innovative Medicine, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China

3. Jiangsu Provincial Academy of Chinese Medicine, Nanjing 210028, China

4. Jiangsu Dafeng Milu National Nature Reserve, Dafeng 224136, China

Abstract: As a precious Chinese medicinal resource, the antler, bone, flesh, and blood of *Elaphurus davidianus* (elk) have been used in Chinese medicine for over 2 000 years. However, they had been out of use for more than 100 years since the deer was extinct in the wild in China. Nowadays, as the reintroduction of elk population in China, they have increased rapidly and aroused a great interest in studies on the protection and utilization of biological resources. Based on analysis of the development and conservation of the elk resources, the strategies of resources industrialization of elk biological resources were put forward. Firstly, the combination by development model of wild domestication and artificial breeding should be established. Secondly, basic researches on the rational utilization of the elk resources need to be carried out. Thirdly, a series of products originated from Milu resources should be developed. All these strategies could promote the resources industrialization of elk in agriculture, industry, commerce, health care products, food, cosmetics, and industrial processing equipment and technology of Chinese medicine. They could also guide and promote the comprehensive utilization and protection of elk biological resources for sustainable development.

Key words: *Elaphurus davidianus* Milne-Edwards; Chinese materia medica resources industrialization; utilization and protection; wild domestication; standardized breeding

收稿日期: 2014-11-08

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(81274017); 江苏省“六大人才高峰”第七批资助项目; 江苏省博士后科研项目(1002021C)

作者简介: 李锋涛(1980—), 男, 博士, 研究方向为中药资源化学。E-mail: lili-2006@163.com

*通信作者: 段金庵(1956—), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为中药资源化学与方剂功效物质基础研究。

Tel: (025)85811116 E-mail: dja@njutcm.edu.cn

麋鹿 *Elaphurus davidianus* Milne-Edwards 属哺乳纲偶蹄目鹿科麋鹿属大型食草动物。麋鹿原为我国独有、唯一适宜在湿地环境中生存的鹿科动物，几乎与人类同时期起源，距今有 200 万~300 万年的历史。由于自然、人为和动物特化等原因，麋鹿野生种群在自然界灭绝。到 20 世纪初叶，世界仅剩下英国乌邦寺养殖的 18 头麋鹿。如今，经过近一个世纪的发展，麋鹿已遍布世界各地，物种得以保存并繁衍生息^[1-2]。基于麋鹿种群的有效恢复和快速发展，本研究团队对我国麋鹿的发展历程、药用价值及其本草记载进行了梳理，并提出了麋鹿生物资源可持续发展的战略构想^[3]。随着麋鹿种群的不断发展，近年来围绕麋鹿药用资源的保护与利用研究取得了较大的进展。

1 我国麋鹿药用资源发展与保护现状

1.1 麋鹿重引入，种群有效恢复并逐年增长

20 世纪 80 年代，我国启动了麋鹿重引进项目，自此麋鹿种群在我国得到了重新繁衍壮大，相继建立了北京南海子、江苏大丰和湖北石首三大麋鹿保护区及全国 50 多处麋鹿饲养场所^[4]。目前我国麋鹿种群的饲养管理模式已由圈养、半散养发展到野生放养，并成功恢复了可自我维持的自然野生种群，为麋鹿的本土驯化、优良基因的保存及扩大种群规模奠定了重要的基础。

目前，我国麋鹿总数已经超过 3 000 头。2013 年调查显示，江苏省大丰麋鹿国家级自然保护区麋鹿种群已经达到 2 027 头，湖北石首麋鹿国家级自然保护区总数达 1 016 头。江苏大丰已成为目前世界上最大的麋鹿自然保护区，建立了世界上最大的麋鹿基因库。从 1986 年麋鹿重引入到 2013 年间，江苏大丰麋鹿保护区麋鹿数量逐年上升，年增长率为 7.7%~27.1%，平均年增长率为 16.1%，麋鹿种群增长稳定。大丰保护区麋鹿种群数量增长符合密度制约的 Logistic 数学模型^[5]，随着麋鹿数量的增长，环境容量将达到饱和，麋鹿数量将维持在一定的水平（图 1）。

1.2 麋鹿种群日益扩大，麋鹿角再生资源不断累积

随着麋鹿大量繁育，其茸自然变角，继而自然脱落，麋鹿角的拾取量逐年增长。粗略估算江苏省大丰麋鹿自然保护区麋鹿角产量以 2013 年麋鹿总数 2 027 头计算，约为 2 027（麋鹿总数）×0.32（麋鹿雄雌性比例^[6]）×2.1 kg（每支角平均质量^[7]）×2（每头雄鹿的角数量）=2 724 kg，1986—2013 年麋鹿角产量及 2014—2018 年产量预测见图 2。2014

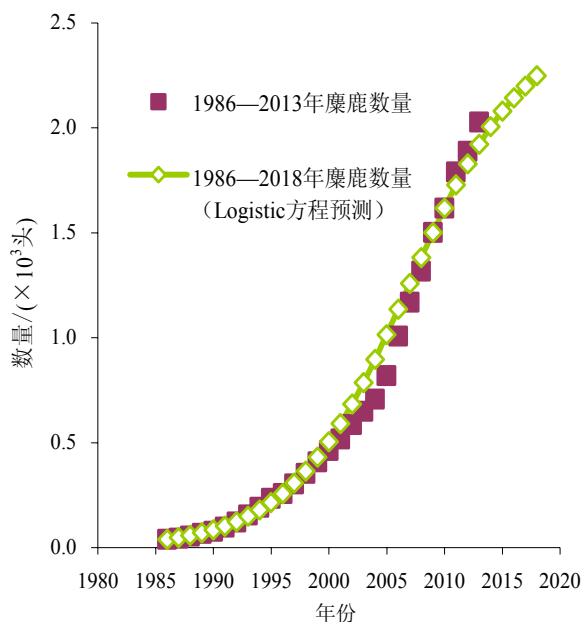


图 1 江苏省大丰麋鹿国家级自然保护区麋鹿种群数量及 Logistic 方程预测值

Fig. 1 Populations of elk in Jiangsu Dafeng Elk National Nature Reserve and predicted value of Logistic equation

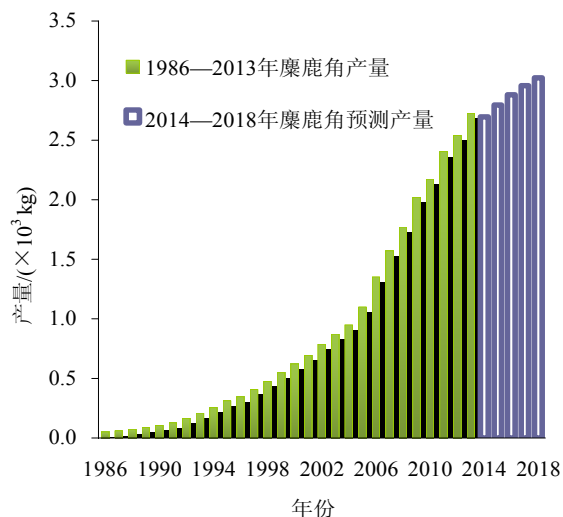


图 2 江苏省大丰麋鹿国家级自然保护区麋鹿角产量及 Logistic 方程预测值

Fig. 2 Horn production of elk in Jiangsu Dafeng Elk National Nature Reserve and predicted value of Logistic equation

年江苏大丰保护区估计约有 3 t 麋鹿角可以利用，随着麋鹿种群的不断繁殖壮大，其产量呈逐年递增趋势，全国资源将更加丰富。

2 麋鹿茸、角的现代研究进展

麋鹿是我国珍贵的药用生物资源，其药用记载始于《神农本草经》。麋鹿的茸、角、血、肉、骨等

均为我国传统名贵中药,我国应用麋鹿资源治疗疾病和养生保健已有逾千年的历史。由于近代麋鹿在中国的灭绝,麋鹿角的近代药用记载及其相关研究甚为稀少。近年来,随着麋鹿种群的不不断繁殖壮大,麋鹿茸、角药用的重要性越来越受到重视,针对麋鹿茸、角开展了许多研究。

2.1 资源化学分析评价

基于中药资源化学的研究思路与方法,运用现代分析与分离技术,对不同鹿龄及不同角部位的麋鹿角、麋鹿茸中的氨基酸、核苷和无机元素等化学成分进行分析评价,并与鹿角和鹿茸进行比较。

2.1.1 麋鹿角资源化学分析评价

(1) 氨基酸类成分:采用柱前衍生化液相色谱法分析了不同鹿龄麋鹿角及其不同角部位中 18 种蛋白氨基酸的量,并与鹿角进行了比较。结果显示,麋鹿角中含有丰富的蛋白氨基酸^[8-9],其量因鹿龄和角部位不同存在较大差异^[10]。不同鹿龄角中各氨基酸种类相似,部分氨基酸的量有所不同,甘氨酸在 2 岁鹿龄麋鹿角中量较高,谷氨酸、丙氨酸、胱氨酸和色氨酸在 5 岁鹿龄麋鹿角中量最高。3 个部位平均总量最高为大于 5 岁龄的角,与 2 岁龄角接近;其次是 5、3 和 4 岁龄。麋鹿角中主要含有苯丙氨酸、亮氨酸、缬氨酸、丙氨酸、甘氨酸、谷氨酸、天冬氨酸、精氨酸及赖氨酸(>70%)等,色氨酸、甲硫氨酸和组氨酸等量较低。此外,麋鹿角与梅花鹿角中所含氨基酸种类基本一致,但是量有所差异。梅花鹿角中胱氨酸、谷氨酸、亮氨酸、甲硫氨酸等的量明显高于麋鹿角,而缬氨酸和色氨酸在麋鹿角中量较高。

(2) 核苷及碱基类成分:运用 HILIC-UHPLC-TQ-MS/MS 技术测定了不同鹿龄麋鹿角及其不同角部位中的核苷及碱基类成分^[11]。结果从麋鹿角中检测到了 17 种核苷及碱基类成分,总核苷量因鹿龄和角部位不同差异较大,最高的是 2 岁龄尖部,达 49.7 $\mu\text{g/g}$,最低为 3 岁龄尖部,仅为 5.97 $\mu\text{g/g}$ 。3 个部位平均总量最高的是 2 岁龄,可达 28.6 $\mu\text{g/g}$,其次为 5 岁龄、6~8 岁龄、3 岁龄,最低的是 4 岁龄,仅为 9.63 $\mu\text{g/g}$ 。其中 2 岁龄、6~8 岁龄角部位中核苷及碱基总量从尖部、中部、基部依次递减,这与鹿茸骨化成角的变化趋势相一致。结果显示,麋鹿角中主要含有黄嘌呤、次黄嘌呤、尿嘧啶、胸腺嘧啶、鸟嘌呤及鸟苷(>70%)等,脱氧核苷(2'-脱氧肌苷、2'-脱氧尿苷、胸苷、2'-脱

氧鸟苷、2'-脱氧腺苷、2'-脱氧胞苷),腺嘌呤及腺苷类成分的量较低。

(3) 无机元素类成分:采用电感耦合等离子体质谱法分析了不同鹿龄麋鹿角及其不同角部位中 23 种无机元素,包括 Zn、Ni、Fe、Si、Mn、Cr、Cu、Sr 8 种人体必需微量元素和 Ca、P、K、Na、Mg 5 种人体必需宏量元素^[8-9,12]。

结果显示,所有样品中均检测到 Be、Sn、Cu、Mn、Ba、Fe、Zn、Al、Sr、Mg、K、Na、P、Ca、Pb、Cd 及 Cr 共 17 种元素,未检测到 As、Co、Ni、Hg、V、Ti 6 种元素。5 种宏量元素中,以 Ca、P 的量最高,且高于梅花鹿角和马鹿角,其次为 Na、K、Mg;必需微量元素中 Fe、Zn、Mn 量较高。不同鹿龄麋鹿角及其不同角部位中无机元素组成相似,其量有所差异。2 岁龄角中 Ca、Fe、Sr、Cu、Al 和 Zn 等元素的量都高于其他龄角,而在 4 岁龄角中相对较低。麋鹿角各部位中仅 Ba、Be、Pb 和 Fe 等差异较大,其他元素的量差异不明显,以角尖部平均量最高。元素相关性分析显示,共有 18 对元素显著正相关,表明这些元素间具有相互协同、促进吸收的关系。

此外,麋鹿角中还含有 0.70% 水溶性蛋白质、0.007 8% 胆固醇和 2.69% 总磷脂^[13-14]。

2.1.2 麋鹿茸资源化学分析评价 对麋鹿茸中的粗蛋白、粗脂肪、膳食纤维、水溶性及脂溶性维生素、氨基酸和无机元素等化学成分的研究结果显示,麋鹿茸与马鹿茸和梅花鹿茸的化学成分及其量相近,其中膳食纤维和必需无机元素的量高于其他 2 种鹿茸^[15-16]。麋鹿茸中含有丰富的氨基酸,其中 8 种人体必需氨基酸占测定的 19 种氨基酸总量的 32.61%^[17]。麋鹿茸中还有多种对人体有益的维生素,其中维生素 C 的量达到 2.93%,维生素 B₂、B₆ 及尼克酸的量均大于 0.1%;维生素 B₁、B₂ 的量分别比梅花鹿茸高出 1.63 和 2.42 倍;其他种类维生素如维生素 A、D、E 及尼克酸氨也被检出^[17]。

麋鹿茸还含有甾酮、雌二醇、雌酮和孕酮等激素^[18-20],麋鹿茸中雌二醇、雌酮等的量高于梅花鹿角^[21]。麋鹿茸中含有 26 种无机元素,其中作为酶的辅基或某些维生素组成成分的元素 Mn、Zn、Cu、Co 等的量均高于梅花鹿茸和马鹿茸^[17];Ca、Li、Mg、Ni、P、Sr、Ti 等多种微量元素的量也高于其他 2 种鹿茸^[16,22-23]。

此外,采用 X 射线衍射和傅里叶变换红外光谱

法建立了麋鹿角的指纹图谱, 结果发现不同鹿龄及不同角部位的谱图相似度较高, 但部分组分的量存在差异, 可用于麋鹿角药材的品质评价^[24-26]。

2.2 功效生物效应评价与药理活性

采用现代药效学研究思路与方法, 对麋鹿角的补阴、抗衰老和免疫增强等功效与作用进行生物效应评价, 部分揭示了其作用机制。

2.2.1 补阴 分别采用甲状腺素和氢化可的松所致阴虚和阳虚小鼠模型来评价麋鹿角和鹿角对 2 个模型的选择性治疗作用, 结果发现麋鹿角对于阴虚证模型动物物质代谢水平和抗应激损伤能力的影响较鹿角更为显著, 而鹿角对于阳虚证的治疗作用比麋鹿角更强。这与传统文献记载的麋鹿角善于滋阴而鹿角偏向于助阳的理论一致^[27]。

进一步考察了麋鹿角不同提取部位对甲状腺素致大鼠和小鼠阴虚模型的作用。结果显示麋鹿角乙醇提取部位能明显降低模型大鼠异常增高的进食量、饮水量和体温, 降低血清中促肾上腺皮质激素 (ACTH)、丙二醛 (MDA) 水平及环磷酸腺苷/环磷酸鸟苷 (cAMP/cGMP) 值, 升高白细胞介素-2 (IL-2) 水平并提高超氧化物歧化酶 (SOD) 活性, 明显降低其异常升高的肾脏和肾上腺系数, 表明醇提部位能明显改善模型大鼠的阴虚症状, 补阴作用与调节机体神经-内分泌-免疫网络系统功能密切相关。水提部位补阴作用相对较弱^[28]。麋鹿角乙醇提取部位也能显著调节阴虚模型小鼠的物质代谢, 提高其抗应激损伤的能力, 对其病理状态有明显的改善作用, 其补阴功效优于水提部位^[29]。

2.2.2 抗衰老 麋鹿角不同样品对 *D*-半乳糖诱导小鼠亚急性衰老模型的研究显示, 麋鹿角粉、麋鹿角水提取物、麋鹿角水提取药渣以及麋鹿角乙醇提取物均具有一定的抗衰老作用。麋鹿角可通过提高衰老模型小鼠肝、肾、脑组织内 SOD 和谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-P_x) 等抗氧化酶系活性, 抑制脑组织单胺氧化酶 (MAO) 活性, 升高脾脏和胸腺指数, 升高模型小鼠背部皮肤中羟脯氨酸的量, 延缓皮肤衰老而发挥抗衰老作用^[30]。麋鹿角乙醇提取液能显著升高衰老模型小鼠 Y 型电迷宫学习、记忆能力, 降低脑组织中单胺氧化酶 B (MAO-B) 活性及脂褐质 (LP) 的量, 对衰老小鼠认知功能衰退有改善作用, 并呈现一定的剂量依赖性; 显著提高衰老小鼠血清 SOD 活性, 降低血清 MDA 及脑组织中 LP 水平, 显示出较好的抗氧化能力; 还能升高衰老小鼠

血清中免疫球蛋白 G (IgG)、IL-2 和 γ 干扰素 (IFN- γ) 水平, 升高脾淋巴细胞转化刺激指数, 增强脾淋巴细胞 IL-2、IFN- γ mRNA 的表达, 显示出增强衰老模型小鼠体液免疫及细胞免疫功能的作用^[31-35]。

此外, 麋鹿角乙醇提取液能延长小鼠缺氧条件下的存活时间和常温下游泳时间, 增强小鼠耐缺氧和耐疲劳能力; 提高小鼠脾脏指数, 并降低胸腺指数; 对小鼠免疫功能有一定的调节作用^[36]。

2.2.3 增强免疫功能 麋鹿角乙醇提取液能促进正常小鼠细胞因子 IL-2、IFN- γ 的分泌与表达, 增强细胞免疫功能^[37]; 还能增强环磷酸腺苷模型小鼠的单核吞噬细胞功能, 对其体液免疫、细胞免疫功能都有一定的促进作用^[38]。

2.2.4 对性功能的影响 麋鹿角乙醇提取物对电刺激应激性诱发的雄性小鼠性功能低下具有保护作用, 其机制可能是其对抗应激引起的血清睾酮与促黄体生成素水平的降低, 促进性功能恢复, 防止应激引起的皮质酮过度释放, 避免对机体及其性功能的损害^[39]。乙醇提取液还能增加幼鼠睾丸的质量, 升高幼鼠促黄体生成素的水平, 具有一定促性激素样作用^[40]。

麋鹿角乙醇提取液能对抗环磷酸腺苷引起的小鼠血清睾酮与黄体生成素水平下降, 提高睾丸质量指数, 提高精子密度与精子活率, 增加睾丸组织中 SOD 活力并降低 MDA 水平, 并能改善环磷酸腺苷所致模型小鼠睾丸组织的病理性变化, 显示出麋鹿角醇提液对环磷酸腺苷致雄鼠性腺损伤具有明显保护作用, 可能与其促性激素样作用以及抗氧化作用有关^[41]。麋鹿茸提取液还能促进小鼠幼鼠生殖系统组织发育, 增加子宫和卵巢的质量, 能使去势大鼠子宫和阴道代偿性增生和变化, 具有雌激素样作用^[42]。

3 对我国麋鹿生物资源产业化的展望

3.1 以麋鹿药用资源的科学合理利用与保护为目的, 开展系统的基础研究

麋鹿药用资源的基础研究主要集中在麋鹿茸和角, 而对其骨、肉、血等的研究尚未涉足。由于锯茸会对麋鹿造成伤害, 因此对其自然脱落角的研究较多。但对麋鹿茸、角仍缺乏系统的研究, 仅对麋鹿茸、角中的氨基酸、核苷、无机元素等部分小分子化学成分进行了分析评价, 而蛋白、多肽等大分子成分尚未开展研究; 仅对麋鹿角的补阴功效进行了生物效应评价, 对麋鹿角药理活性的研究也仅局限于其乙醇提取物, 麋鹿角的功效物质基础及其作

用机制尚未完全阐明。因此,系统深入的研究工作有待全面展开。在前期研究的基础上,基于中药资源化学理论与方法,进一步对麋鹿茸、角中的化学成分进行分析评价,尤其是大分子成分;进一步围绕麋鹿茸、角的滋阴壮阳、益血脉、强筋骨等传统功效,采用现代药效研究手段与分离、分析技术,开展一系列的药效物质基础研究,科学评价其传统功效及生物效应,明确其物质基础并阐释其作用机制,以揭示其药用价值和不可替代性,为麋鹿药用资源的合理利用及其产业化奠定基础。

3.2 以麋鹿资源为原料研究开发独具特色的系列产品,促进麋鹿资源产业化

从长远来看,人类保护野生动物的目的之一是为了持续地利用野生动物资源。应借鉴梅花鹿和马鹿作为药用经济动物资源开发与利用的模式,以麋鹿生物资源为原料进行系列产品研究开发,除以饮片配伍或作为制剂原料开发成相应的医药产品外,还可以开发具有较高经济价值的产品,如利用麋鹿的茸、角、鞭和血等制成酒类保健品,角、骨、胎和脂等制成化妆品、面膜类护肤与美容产品,茸、骨、肉和奶加工成奶糖、饼干、果冻、奶茶、啤酒等食品以及饮料,角以及其水提残渣制成补钙制剂,茸、骨制成植骨材料,皮用于制革和制毯,角用作雕刻材料制作工艺等。在此基础上,进一步开展麋鹿生物资源的深加工及产品开发,开展资源利用效率提升研究,同时对其资源产业化过程中产生的废弃物进行资源化利用研究,促进麋鹿生物资源的综合利用,促进麋鹿资源在中药农业、工业、商业、保健品业、食品业、化妆品业以及加工设备技术等产业化。

3.3 开展麋鹿人工规范化养殖研究,促进麋鹿资源可持续发展

自我国麋鹿重引入30多年来,科研工作者围绕麋鹿生境、种群、遗传繁殖和饲养管理等方面进行了大量研究工作^[4],有力地促进了麋鹿资源的保护与发展。但是受到遗传多样性较低、目标种群数量过小、密度制约、人类干扰、疾病风险、生存条件的限制、管理方式低下、科研工作相对滞后等多种原因的影响,麋鹿种群的发展受到了明显的限制^[43]。特别是我国三大主要麋鹿保护区北京南海子、江苏大丰和湖北石首的麋鹿种群发展都明显受到了种群密度的制约^[44-46]。尽管已恢复了野生麋鹿种群并采取了异地输出保护等措施,但各输出地都

存在麋鹿种群较小,发展受限等问题,严重影响了麋鹿种群的健康发展。因此,为使麋鹿资源健康可持续发展,人工规范化养殖势在必行。在目前已取得麋鹿圈养经验的基础上,通过优良品种选育,发展供生产用的麋鹿品系;借鉴梅花鹿和马鹿规范化养殖的成熟模式,建立麋鹿的人工规范化养殖模式,同时依据《中药材生产质量管理规范》(GAP),建立麋鹿药用资源的规范化生产模式。通过开展麋鹿野化驯养与人工规范化养殖相结合的资源发展模式,以利用促发展,通过发展使麋鹿资源得到更好的保护,引导和推动麋鹿生物资源合理利用与保护的良性发展,最终形成一条健康的可持续发展的资源利用模式。

参考文献

- [1] 曹克清. 麋鹿研究 [M]. 上海: 上海科技教育出版社, 2005.
- [2] 丁玉华. 中国麋鹿研究 [M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2004.
- [3] 刘睿, 段金焱, 钱大玮, 等. 我国麋鹿资源及其可持续发展的思考 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2011, 13(2): 213-220.
- [4] 白加德, 张林源, 钟震宇, 等. 中国麋鹿种群发展现状及其研究进展 [J]. 中国畜牧兽医, 2012, 39(11): 225-230.
- [5] 周宇虹, 黄佳怡. 大丰自然保护区麋鹿种群密度制约增长的模型 [J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2013, 37(5): 172-174.
- [6] 张林源, 陈耘, 于长青. 中国麋鹿的迁地保护与遗传多样性现状 [A] // 麋鹿还家二十周年国际学术交流研讨会论文集 [C]. 北京: 北京出版社, 2007.
- [7] 丁玉华. 麋鹿的角 [J]. 野生动物, 1998, 19(1): 11-13.
- [8] 曹谷珍, 张德昌, 唐兆义, 等. 麋鹿角的生药学研究 [J]. 南京中医药大学学报, 1998, 14(2): 28-29.
- [9] 张德昌, 曹谷珍, 唐兆义, 等. 麋鹿角与鹿角的生药学比较 [J]. 中国中医药信息杂志, 2001, 8(5): 36-38.
- [10] 宋建平, 王丽娟, 韩乐, 等. 麋鹿角氨基酸的高效液相色谱分析 [J]. 时珍国医国药, 2013, 24(1): 144-146.
- [11] Li F T, Duan J A, Qian D W, et al. Comparative analysis of nucleosides and nucleobases from different sections of *Elaphuri Davidiani Cornu* and *Cervi Cornu* by UHPLC-MS/MS [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2013, 83: 10-18.
- [12] 宋建平, 王丽娟, 刘训红, 等. 麋鹿角无机元素的 ICP-MS 分析 [J]. 时珍国医国药, 2012, 23(5): 1208-1210.
- [13] 王丽娟, 刘训红, 丁玉华, 等. 麋角超细粉体表征及其

- 水溶性蛋白质溶出度研究 [J]. 南京中医药大学学报, 2010, 26(2): 132-134.
- [14] 宋建平, 王丽娟, 刘训红, 等. 超微粉碎技术对麋鹿角主要化学成分提取率的影响 [J]. 时珍国医国药, 2011, 22(6): 1431-1433.
- [15] 杨若明, 张经华, 张林源, 等. 麋鹿茸、马鹿茸和梅花鹿茸营养成分的分析比较研究 [J]. 广东微量元素科学, 2000, 7(12): 47-51.
- [16] 杨若明, 张经华, 顾平圻, 等. 麋鹿茸样品的制备和化学成分分析 [J]. 分析科学学报, 2001, 17(2): 106-109.
- [17] 丁玉华, 徐安宏, 沈 华, 等. 麋鹿茸化学成分的测定 [J]. 特产研究, 1995(1): 36-37.
- [18] 杨若明, 张经华, 顾平圻, 等. 毛细管电泳法分离检测三种鹿茸样品中天然性激素的研究 [J]. 中央民族大学学报: 自然科学版, 2003, 12(4): 301-306.
- [19] 杨若明, 张经华, 顾平圻, 等. 高效液相色谱法分析麋鹿茸中的性激素 [J]. 分析化学, 2001, 29(5): 618.
- [20] 杨若明, 张经华, 蓝叶芬. 固相萃取-毛细管电泳法测定麋鹿茸中的性激素 [J]. 现代仪器, 2005(1): 25-27.
- [21] 李春旺, 蒋志刚, 曾 岩, 等. 麋鹿茸与梅花鹿茸、黏鹿茸雌二醇含量比较 [J]. 动物学报, 2003, 49(1): 124-127.
- [22] 俞青芬, 吴启勋. 三种鹿茸中无机宏量及微量元素的综合评价 [J]. 西南民族大学学报: 自然科学版, 2008, 34(5): 978-981.
- [23] 张经华, 杨若明, 张林源, 等. 麋鹿、梅花鹿和马鹿鹿茸中微量元素的分析测定 [J]. 微量元素与健康研究, 2000, 17(4): 39-40.
- [24] 王丽娟, 朱育凤, 刘训红, 等. 鹿角的 X 射线衍射 Fourier 谱鉴别 [J]. 现代中药研究与实践, 2009, 23(2): 24-26.
- [25] 王丽娟, 刘训红, 丁玉华, 等. 麋鹿角的 X 射线衍射 Fourier 指纹图谱研究 [J]. 中药材, 2009, 32(5): 667-669.
- [26] 严加琴, 王丽娟, 周逸芝, 等. 麋鹿角的 FTIR 指纹图谱分析 [J]. 药学研究, 2013, 32(11): 621-623.
- [27] 汪银银, 彭蕴茹, 方泰惠, 等. 麋鹿角与鹿角对于阴阳虚证模型小鼠选择性作用的实验研究 [J]. 江苏中医药, 2008, 40(1): 84-86.
- [28] 彭蕴茹, 钱大玮, 段金廛, 等. 麋鹿角不同部位对于甲亢阴虚症大鼠的作用及其机制初探 [J]. 中药材, 2011, 34(4): 509-511.
- [29] 钱大玮, 彭蕴茹, 段金廛, 等. 麋鹿角不同提取部位对甲亢阴虚模型小鼠的补阴活性评价 [J]. 中华中医药杂志, 2011, 26(11): 2666-2668.
- [30] 李锋涛, 段金廛, 钱大玮, 等. 麋鹿角对 D-半乳糖诱导小鼠衰老模型抗衰老作用 [J]. 南京中医药大学学报, 2014, 30(3): 235-238.
- [31] 秦红兵, 杨朝晖, 熊存全, 等. 麋鹿角醇提液对衰老小鼠的抗氧化作用 [J]. 时珍国医国药, 2009, 20(10): 2451-2452.
- [32] 秦红兵, 杨朝晖, 成海龙, 等. 麋鹿角乙醇提取液对实验性衰老模型小鼠认知功能衰退的改善 [J]. 中国新药与临床杂志, 2009, 28(7): 505-508.
- [33] 秦红兵, 杨朝晖, 于广华, 等. 麋鹿角醇提液改善衰老小鼠免疫功能 [J]. 江苏医药, 2009, 35(12): 1464-1467.
- [34] 杨朝晖, 秦红兵, 朱 清. 麋鹿角醇提液对衰老小鼠细胞因子的影响 [J]. 时珍国医国药, 2010, 21(4): 773-774.
- [35] 杨朝晖, 秦红兵, 成海龙, 等. 麋鹿角醇提液对衰老小鼠行为及免疫功能的影响 [J]. 中华中医药杂志, 2010, 25(2): 221-225.
- [36] 秦红兵, 杨朝晖, 朱 清, 等. 麋鹿角乙醇提取液抗衰老作用研究 [J]. 中成药, 2004, 26(4): 322-324.
- [37] 杨朝晖, 秦红兵, 朱 清. 麋鹿角醇提液对正常小鼠 IL-2 和 IFN- γ 的影响 [J]. 中国中药杂志, 2009, 34(15): 1986-1988.
- [38] 杨朝晖, 秦红兵, 熊存全, 等. 麋鹿角醇提液对环磷酸腺苷模型小鼠免疫功能的影响 [J]. 江苏医药, 2010, 36(21): 2556-2558.
- [39] 成海龙, 秦红兵, 陆晓东, 等. 麋鹿角醇提液对小鼠应激性功能低下的保护作用及机制研究 [J]. 江苏中医药, 2009, 41(11): 71-72.
- [40] 成海龙, 陆晓东, 秦红兵, 等. 麋鹿角醇提液对幼鼠睾丸以及附性器官发育的影响 [J]. 时珍国医国药, 2010, 21(3): 653-654.
- [41] 成海龙, 陈鹤林, 韩中保, 等. 麋鹿角醇提液对环磷酸腺苷致雄鼠性腺损伤的保护作用 [J]. 南京医科大学学报: 自然科学版, 2011, 31(9): 1285-1288.
- [42] 杨若明, 张经华, 周素红, 等. 麋鹿茸中的性激素对大鼠和小鼠生殖系统的影响 [J]. 解剖学报, 2001, 32(2): 180-181.
- [43] 张树苗, 梁兵宽, 张林源, 等. 我国圈养麋鹿种群发展面临的挑战及保护管理对策 [J]. 林业调查规划, 2011, 36(2): 128-132.
- [44] 王立波, 丁玉华, 魏吉祥. 大丰麋鹿种群增长抑制因素初步探讨 [J]. 野生动物, 2009, 30(6): 299-301.
- [45] 蒋志刚, 张林源, 杨戎生, 等. 中国麋鹿种群密度制约现象与发展策略 [J]. 动物学报, 2001, 47(1): 53-58.
- [46] 杨道德, 马建章, 何 振, 等. 湖北石首麋鹿国家级自然保护区麋鹿种群动态 [J]. 动物学报, 2008, 53(6): 947-952.