

DOI: 10.5846/stxb202008312264

王永奇, 李斐然. 驯养林麝泌香生理反应时间与年龄、地域分布的关系. 生态学报, 2023, 43(10): 4260-4269.

Wang Y Q, Li F R. Relationship between physiological response time and age, geographical distribution of captive forest musk deer (*moschus berezovskii*). Acta Ecologica Sinica, 2023, 43(10): 4260-4269.

驯养林麝泌香生理反应时间与年龄、地域分布的关系

王永奇*, 李斐然

陕西省动物研究所, 西安 710032

摘要:以 3 处不同地域驯养林麝种群为研究对象, 采用分层随机抽样法对四川某麝场 61 只林麝(离散型年龄分布群)、陕西安康某麝场 23 只和凤县某麝场 5 只成体麝(>2 岁)泌香期不同生理阶段持续时间、主要气候因子及产香状况等进行观测、记录、统计分析。研究显示陕西、四川驯养种群泌香生理反应均存在 2 个泌香高峰期, 安康驯养种群泌香高峰期集中于 5 月初和 5 月底, 以 5 月底频发, 四川则出现在 6 月初和 6 月下旬, 以 6 月初频发, 且 5 岁前随着年龄的增长, 泌香反应集中且明显, 此后随年龄增长而趋于平缓, 四川驯养种群泌香启动时间较陕西晚 1 个月左右, 两者泌香高频期接近且两地麝群泌香生理反应主要在 40d 内完成; 四川麝群不同年龄林麝泌香生理反应初期、盛期、后期及总持续时间无显著性差异($P>0.05$), 合并育成组和成年组仅麝群在泌香后期组间有显著差异; 安康、四川两地麝群仅泌香后期持续时间差异显著($P<0.05$); 麝群中存在 11.48% 的个体在泌香季节出现 2 次泌香生理反应现象, 但其麝香产量相对较低、且集中于 8—9 岁以上雄麝, 麝群空香率 9.8% 左右, 主要集中于 9 岁以上雄麝个体; 麝群低产麝(产香量 $\leq 10\text{g}$)占 18.93%, 中产麝($10\text{g}<\text{产香量}\leq 20\text{g}$)占 45.94%, 高产麝($20\text{g}<\text{产香量}$)占 35.13%, 产香量表现出较大变化幅度。上述结果显示不同地域温度、光照时间等对驯养麝群泌香期各生理阶段持续时间无显著影响, 但对麝群泌香期启动时间影响显著; 此外观测到林麝麝香产量似有与泌香生理反应强度有关。

关键词:林麝; 泌香生理反应; 分配和规律; 年龄; 地域分布

Relationship between physiological response time and age, geographical distribution of captive forest musk deer (*moschus berezovskii*)

WANG Yongqi*, LI Feiran

Shaanxi Institute of Zoology, Xi'an 710032, China

Abstract: Based on the data of three captive populations of musk deer in different regions, 61 musk deers in Sichuan Province, 23 adult musk deers in Ankang and 5 adult musk deers (>2-years-old) in Fengxian of Shaanxi were randomly sampled, in order to explore the distribution pattern of starting time, age, climate factors and musk yield in different regions. The results showed that there were two peak periods in the physiological response of musk secretion both in domesticated population of Shaanxi and Sichuan. The peak period in Ankang was concentrated in the beginning and the end of May, which occurred frequently at the end of May, in Sichuan it appeared in the beginning and the end of June, which occurred frequently at the beginning of June. With the increasing of age before 5, the physiological response of musk secretion was intensive and obvious, and then tended to be flat with the increasing of age. The beginning of physiological response of musk secretion in Sichuan was about 1 month later than that in Shaanxi, while the peak frequency was close, and the physiological responses of musk in two populations were mainly completed within 40 days. There was significant difference only among the groups in the later period of musk secretion ($P>0.05$). Nearly 11.48% of the individuals had two physiological reactions in the season of musk secretion but the yield of musk was low, which was mainly over 8—9 years

基金项目: 陕西省科技厅农业一般项目 (2020NY-018)

收稿日期: 2020-08-31; 采用日期: 2023-02-25

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wangyongqi1210@126.com

old. 9.8% male musk deer did not secrete musk and was mainly over 9 years old. The yield of musk had no relationship with the stage of musk physiological reaction. The low yield group ($\leq 10\text{g}$) accounted for 18.93%, the middle yield group ($\leq 20\text{g}$) accounted for 45.94%, and the high yield group ($>20\text{g}$) accounted for 35.13%, which showed that the yield varied greatly. Temperature and illumination time had no significant effect on the duration of each physiological stage of musk group, but had significant influence on the starting time of musk secretion, the musk yield was not related to the stage of physiological reaction and the observed age group, but seemed to be related to the intensity of physiological reaction.

Key Words: musk deer; musk physiological response; distribution and regularity; age; geographical distribution

动物机体一些重要机能活动如鸟类繁殖和换羽、性腺发育与衰退、迁徙及许多哺乳动物长短日照繁殖等具节律性、季节周期性规律的行为表现,是动物适应分布地温度、光照、降水等环境生态因子周期性变化采取的一种自我保护策略,又与食物供应、营养摄取等因素相关。影响动物节律性、周期性行为的光照等非生物因子及内分泌激素探讨众多,朱勇文^[1]阐述了光色、光照强度及时间等与家禽生长发育、繁殖及免疫功能间关系,黄云茂等^[2]报道了光照对马岗鹅季节性繁殖活动及内分泌影响,杨海明等^[3]研究了光照时间、环境温度对种鹅繁殖系统及相关激素 mRNA 表达、分泌;野生、半野生或驯养动物季节性繁殖及副性征维持方面,梁松崎等^[4]、程志斌等^[5]分别研究了麋鹿群对光周期适应性及鹿角生长周期、影响因子,揭示光周期、激素是影响角生长周期直接主导因素,魏小红等^[6]分析了气候因子与贵州省、吉林省梅花鹿脱盘时间、产茸量间关系,发现温度影响较湿度、光照对梅花鹿脱盘时间及产茸量作用明显。

麝科(*Moschidae*)动物季节性繁殖和成年雄麝周期性泌香行为及内分泌激素调控机制研究一直备受关注,麝香囊(性二型特征)中分泌、熟化的麝香产量、质量与年龄、体质、腺囊体积、疾病、饲养方式、气候条件及内分泌激素等因素相关^[7-9]。毕树增等^[10]报道了性腺轴激素与麝香分泌、激素作用时间,汪建隆等^[11]、洪沂生等^[12]、尹淑媛等^[13]从外源激素与麝香分泌层面进行了探讨,李琼^[14]通过粪便类固醇激素及免疫球蛋白揭示原麝(*Moschus moschiferus*)免疫、生殖及应激生理反应,郎冬梅等^[15-16]研究了非孕期圈养林麝(*Moschus berezovskii*)粪样皮质醇激素变化、指示作用及发情周期雌性林麝粪样孕酮变化,白康等^[17]通过分析林麝年龄、性激素含量与产香量,揭示雌雄激素协同调控泌香生理反应,张争明等^[18]对林麝泌香期、发情期血清性激素含量分析,显示泌香期三种性激素呈明显同步变化趋势、泌香盛期最高,发情期睾酮变化显著、雌二醇呈较低发展趋势、孕酮含量趋于零,孙太福等^[19]揭示了粪便睾酮水平与泌香量存在显著正相关;林麝泌香生理反应启动、不同生理阶段时间分配等^[20-23]研究也取得一定进展。本研究立足林麝泌香生理反应时间、产香状况等与年龄、气候条件间虽有研究或阐述,但不充分或缺乏数据化呈现现状,通过采集不同地理位置林麝驯养种群上述观测数据,试图解析相互间关联、响应关系及时空差异,揭示麝泌香周期性活动与温度、光照等主要气候因子适应性特征,为麝场科学选址与布局、优化种群结构和饲养模式、加快驯化进度及提高生产性能提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验开展于2008—2009年的4月下旬—7月上旬,试验动物来源于陕西2个不同地理位置驯养林麝种群及四川1个驯养种群,采用分层随机抽样(Random sampling)方法抽取四川某麝场9个年龄段(1年生、2年生、3年生、4年生、5年生、8年生、9年生、10年生、12年生)的61只雄性林麝;陕西2处养麝场成年雄麝分别为23只与5只(均未区分年龄),共计89只健康、发育正常及有耳号标识的个体。数据观测、采集期间麝均有独立的圈舍空间,内设卧栖、食具等,保持安静、避免惊扰;7:30—9:00投饲鲜叶自由采食,16:30—18:00定量饲喂多汁料及精料补充料(Concentrate supplement)等,自由饮水,每天定时清理排泄物及剩余饲料。

1.2 研究方法

1.2.1 形态与行为学观察

麝泌香生理反应期 (total musk-secreting period, TMSP) 按生理阶段症候 (采食、饮水行为及粪便、阴囊、香囊形态等变化) 划分为泌香生理反应初期 (prime musk-secreting period, PMSP)、泌香生理反应盛期 (vigorous musk-secreting period, VMSP) 及泌香生理反应后期 (later musk-secreting period, LMSP)。

PMSP 即采食量开始减少, 阴囊开始肿胀至完全停止采食、停排粪便所经历的天数, 表现为采食量减少至正常食量的 1/2 或更少, 饮水正常; 单侧或双侧阴囊呈粉红色、睾丸稍增大至显著肿大、囊内积液; 香囊体积增大, 内含稀糊状污白色分泌物, 香囊口肿胀潮红。

VMSP 即完全停止采食及停排粪便至复采食、排粪经历的天数, 表现为完全停食、停排粪便, 仅饮水; 阴囊体积扩增充分、明显下垂、发亮、囊内大量积液且呈灰白色; 香囊体积扩增充分、明显隆起、香囊处现明显可见的扩增粗状血管, 囊内积聚大量麝香物质, 香囊口间或溢出香液、遗出香粒, 香气浓郁四射, 香囊出现频多强弱交替收缩, 弱收缩仅在香囊口处, 强收缩则波及香囊体即香囊口处, 弱收缩 2—3 次, 出现 1 次强收缩, 间隔 0.5—1h 收缩 1 次, 正常状态下及非泌香生理反应期香囊很少出现收缩活动。

LMSP 即开始复采食、排少量粪便至阴囊、睾丸、麝香囊、采食、排便等形态与行为恢复至正常经历的天数, 表现为阴囊、睾丸肿大消退至阴囊体积基本恢复正常; 香囊体充分回缩, 囊内白色或污白色稀糊状物质渐变为土褐色或褐色、香气较浓的稠糊状、泥状麝香物质, 麝香物质不断浓缩; 开始复采食且食量恢复至正常。

1.2.2 温度测定

置温、湿度计于圈舍一侧, 悬挂高度为麝站立时吻端距离地面的垂直高度 (距离地面约 40—50cm 处为宜), 温、湿度记录时间为 8:30 左右及 14:30 左右, 每月间隔 10d 测定 3 次, 将 3 次上、下午测定的温度数值的平均值作为该月的温、湿度值进行统计。陕西安康麝场仅测定了 5—6 月份的温湿度, 四川某麝场测定了全年 12 个月的温、湿度 (表 1)。

表 1 不同麝场温度、湿度测量
Table 1 Temperature and humidity measurement of different musk deer fields

项目 Item			月份 Month											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
四川麝场 Sichuan musk field	西侧圈	温度/℃	-4.0	0.0	-3.0	4.6	10.3	13.9	15.0	15.3	14.3	8.3	-4.0	-5.0
		湿度%	45.0	45.0	45.0	45.0	44.5	44.0	44.5	73.0	68.0	73.0	55.6	44.0
	东侧圈	温度/℃	-5.0	-0.5	-3.0	3.5	9.6	12.4	14.4	11.5	12.3	4.9	-4.0	-4.0
		湿度%	50.0	50.0	50.0	55.0	46.9	44.6	43.4	49.0	48.0	50.0	50.0	50.0
安康麝场 Ankang musk field	湿度%	温度/℃	—	—	—	—	13.6	16.6	—	—	—	—	—	—
		湿度%	—	—	—	—	93.3	95.5	—	—	—	—	—	—

— 表示未记录

1.2.3 数理统计方法

采用 Excel 2003 整理 89 只林麝泌香期不同阶段持续时间, 并记录四川 61 只麝泌香状况。采用 SPSS 22.0 软件对年龄组 (age group)、成年麝 (adult musk deer) (>2 岁) 与育成麝 (bred musk deer) (≤2 岁)、泌香时序、泌香期 (初期、盛期、后期) 等行单因素方差分析 (One way ANOVA), 若数据呈非正态分布且数据经方根、对数等转换后, 依旧呈偏态分布, 则采用多独立样本非参数秩和检验 (Kruskal-Wallis *H*), 并进行事后成对比较, 或采用 2 独立样本非参数检验 (Mann-Whitney *U*), 用中位数、四分位及秩均值描述结果。

2 结果与分析

2.1 林麝泌香启动时间分布格局

麝香是雄麝每年 5—7 月份^[8]由香腺组织分泌、香囊内贮存熟化的多成分复杂混合物, 泌香行为基本同步

于母麝产仔期,有研究推断麝香具有化学信息素、传递信号作用如吸引天敌、保护母幼麝和吸引异性等。本研究观测四川某麝场 9 个年龄段 61 只林麝泌香启动时间及不同时间段(5d 设定为 1 个时间单元)泌香行为频次(图 1、图 2),显示麝群泌香生理反应一般介于 5 月下旬—7 月初,集中于 5 月 26 日—6 月 24 日,此期间泌香麝占泌香群体 94.99%,麝群泌香分离出间隔 15d 左右的 2 个泌香高峰,第 1 个泌香高峰(36.67%)位于 6 月初(5 月 31 日—6 月 4 日),不同年龄麝均有泌香表现,发生频率由高、低依次为 2 岁和 9 岁麝(6.67%),3 岁和 5 岁(5.00%),4 岁、8 岁及 10 岁(3.33%),1 岁和 12 岁(1.67%),即随着年龄增长,泌香个体有减少的趋势,但规律性不强;第 2 个高峰期(18.34%)位于 6 月中旬(6 月 15 日—6 月 19 日),发生频率由高、低依次为 3 岁(8.33%),2 岁(3.33%),4 岁、8 岁、10 岁及 12 岁(1.67%),1 岁和 5 岁(0.00%),规律性不强。2 个泌香高峰期泌香麝占观测群的 55%,其他 7 个时间段泌香麝占观测群的 45%且基本呈均匀型分布;分析年龄组不同时间段麝泌香发生频次,除 12 岁林麝群泌香低频次平缓变化外,其他年龄组麝群泌香均出现 2 个明显泌香高峰且主要集中于第 1 次。

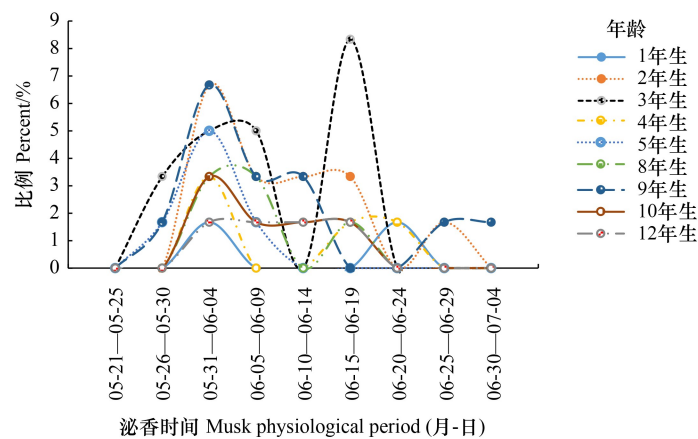


图 1 不同年龄林麝泌香时间分布

Fig.1 The distribution of start-up time at different age groups of the male musk deer

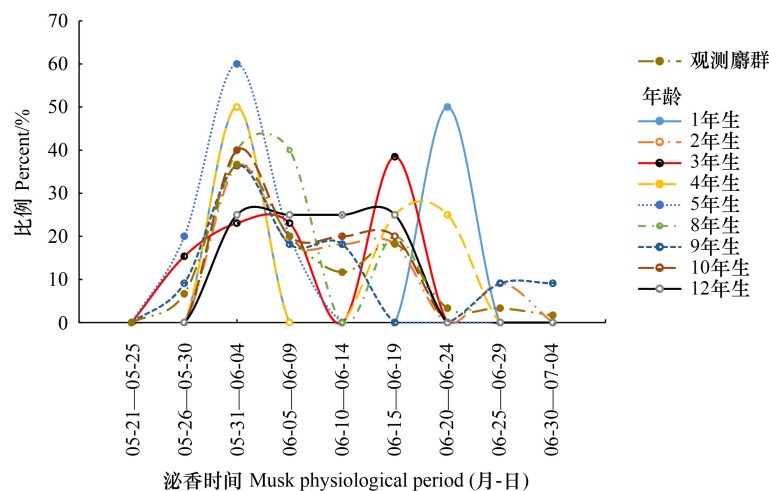


图 2 同龄林麝泌香时间分布

Fig.2 The distribution of the male musk secretion stage at same age

对陕西、四川两地成年麝群泌香时间进行比较、分析(图 3),陕西安康麝群泌香时间介于 4 月下旬(4 月 25 日)—6 月上旬(6 月 4 日左右),历经 40d 左右,存在 2 个泌香高峰期即 4 月底(4 月 26 日—4 月 30 日)与

5月下旬(5月21—5月25日),其中第1次高峰成体泌香麝占观测群的16.67%,第2次则占29.17%,麝群泌香生理反应主要集中在5月11日—6月4日间(占泌香麝群83.33%);四川林麝种群泌香始于5月下旬(5月26日),止于7月上旬(7月4日左右),历经40d左右,存在2个泌香高峰期即5月底(5月31日—6月4日)与6月中旬(6月15—6月19日),其中第1次高峰成年泌香麝占观测群的36.17%,第2次则占19.15%,麝群泌香生理反应主要集中在5月26日—6月19日间(占泌香麝93.61%)。显然,陕西安康麝场成年麝群泌香启动时间较四川某麝场麝群早30d左右,安康麝群泌香高频发时间出现较晚,四川麝群体泌香启动时间虽较晚,但泌香高频发时间出现较早,两者基本相差10d左右。

合并四川林麝观测群为育成和成年麝2个类群,其结果显示2个类群麝泌香启动时间分布具有相似的规律即泌香高峰均主要出现在第1个泌香高峰期(图4)。

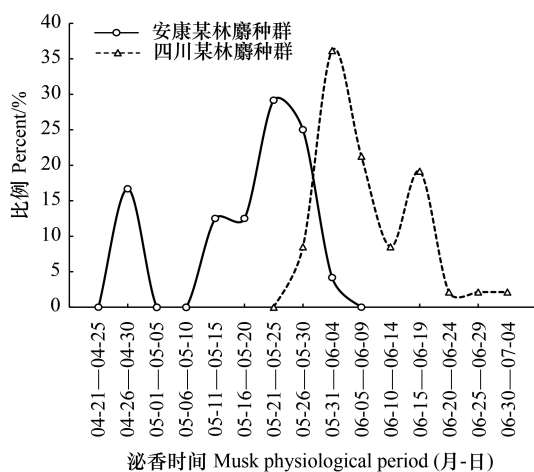


图3 不同地域成体麝群泌香时间分布

Fig.3 The distribution of start-up time in different regions of the adult musk deer

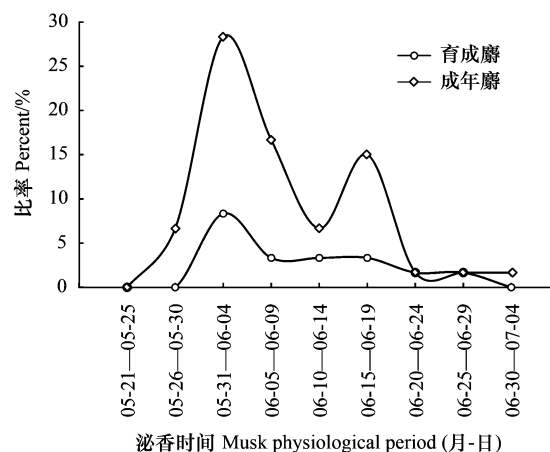


图4 育成麝与成年麝分布群泌香时间分布

Fig.4 The distribution of start-up time for the bred and adult musk deer

2.2 林麝泌香期不同生理阶段时间差异性比较

2.2.1 不同年龄与林麝泌香期持续时间的关系

为比较不同年龄麝泌香期各阶段持续时间异同,对四川61只麝样本资料进行正态(Shapiro-Wilk)及方差同质性(Levene)检验结果(表2)显示,1岁—12岁林麝群泌香初期、盛期、后期及泌香期总持续时间基本呈非正态分布,数据经对数、方根转换后,依然呈偏态,加之数据量偏少,故采用 K 个独立样本非参数秩和检验(Kruskal-Wallis H)进行比较,年龄组间仅泌香后期差异显著,经事后显著性检验仅泌香后期2岁与8岁间在所有成对比较中矫正后 P 值最小($P=0.064>0.05$),无统计学意义。表明各年龄麝群泌香不同生理阶段持续时间不存在差异,两者无明显关联。

为探讨育成麝与成年麝泌香不同生理阶段时间分配有无差异,合并1岁、2岁年龄组麝群数据为育成麝群,其余年龄组数据合并为成年组(表3),通过非参数(Shapiro-Wilk)检验,仅育成麝泌香盛期和泌香后期呈正态分布,其余均呈非正态分布。数据进行平方根、自然对数等数据转换后仍不符合正态分布,采用非参数2独立样本秩和检验(Mann-Whitney U)进行观测值分析,育成麝和成年麝群泌香初期、盛期及总泌香持续时间在不同年龄组间无显著差异,仅泌香后期不同年龄组间存在显著差异。

2.2.2 不同地域驯养种群泌香期不同生理阶段时间分配

通过对安康、凤县、四川驯养种群泌香初期、盛期、后期及总泌香期持续时间观测数据正态检验(Shapiro-Wilk),大部分组别呈非正态分布(表4),数据经过转换,依然非正态分布,故采用非参数 K 个独立样本秩和检验(Kruskal-Wallis H)。结果显示安康、四川、凤县3地域成年麝群泌香初期持续时间不同地域该阶段存在显

表 2 不同年龄林麝泌香生理阶段持续时间显著性检验
Table 2 Significance test of the duration of the physiological stages of forest musk deer of different age

生理阶段 Physiological stage	统计量 Statistic quantity	年龄分布 Age distribution								显著性检验 Significance test	
		1 年生 (n=3)	2 年生 (n=11)	3 年生 (n=13)	4 年生 (n=4)	5 年生 (n=5)	8 年生 (n=5)	9 年生 (n=11)	10 年生 (n=5)		12 年生 (n=4)
PMSP	正态检验	W=0.750, P=0.000<0.05	W=0.521, P=0.000<0.05	W=0.772, P=0.003<0.05	W=0.729, P=0.02<0.05	W=0.771, P=0.046<0.05	W=0.771, P=0.046<0.05	W=0.650, P=0.000<0.05	W=0.771, P=0.846>0.05	W=0.729, P=0.024<0.05	$\chi^2=0.846$, $df'=8$, P=0.999>0.05
	中值	2(2,3)	2(2,3)	3(2,3)	2.5(2,3)	2(2,3.5)	2(2,3.5)	2(2,3)	2(2,3.5)	2.5(2,3)	
	秩均值	27.17	29.41	33.73	31.75	31.40	31.40	29.32	31.40	31.75	
VMSP	正态检验	W=0.893, P=0.363>0.05	W=0.855, P=0.049<0.05	W=0.831, P=0.01<0.05	W=0.927, P=0.574>0.05	W=0.903, P=0.429>0.05	W=0.806, P=0.090>0.05	W=0.968, P=0.861>0.05	W=0.943, P=0.685>0.05	W=0.630, P=0.001<0.05	$\chi^2=1.260$, $df'=8$, P=0.996>0.05
	中值	3(2,7)	4(4,5)	4(2.5,6)	5(2,9)	4(2.5,9.5)	4(3,7)	5(4,6)	4(2.5,6.5)	5(3,5)	
	秩均值	23.50	31.68	30.04	32.25	32.20	30.30	34.50	27.90	30.25	
LMSP	正态检验	W=0.750, P=0.000<0.05	W=0.698, P=0.000<0.05	W=0.785, P=0.005<0.05	W=0.630, P=0.001<0.05	W=0.684, P=0.006<0.05	W=0.684, P=0.006<0.05	W=0.639, P=0.000<0.05	W=0.552, P=0.000<0.05	W=0.630, P=0.001<0.05	$\chi^2=17.310$, $df'=8$, P=0.027<0.05
	中值	2(2,3)	3(3,4)	3(2,3.5)	3(2,3)	2(2,3)	2(2,3)	2(2,3)	2(2,2.5)	2(2,2.75)	
	秩均值	23.33	47.14	32.23	34.38	25.10	25.10	28.32	19.80	21.13	
TMSP	正态检验	W=0.923, P=0.463>0.05	W=0.876, P=0.094>0.05	W=0.813, P=0.010<0.05	W=0.863, P=0.271>0.05	W=0.816, P=0.108>0.05	W=0.697, P=0.009<0.05	W=0.921, P=0.330>0.05	W=0.771, P=0.046<0.05	W=0.827, P=0.161>0.05	$\chi^2=4.492$, $df'=8$, P=0.810>0.05
	中值	8(7,11)	11(9,12)	9(8,11)	10(8,14)	8(7,15.5)	9(8.5,11.5)	10(9,12)	8(8,11)	9.5(7.5,10)	
	秩均值	20.33	37.09	30.15	33.08	27.40	29.10	35.32	25.10	25.00	
PMSP: 泌香初期 Prime musk-secreting period; VMSP: 泌香盛期 Vigorous musk-secreting period; LMSP: 泌香后期 Later musk-secreting period; TMSP: 总泌香期 Total musk-secreting period											

表 3 育成麝与成年麝群各生理阶段持续时间显著性检验

Table 3 Significance test of the duration of each physiological stage of the bred and the adult musk deer population

生理阶段 Physiological stage	统计量 Statistic quantity	泌香生理反应阶段 Physiological response stage of musk secretion			
		PMSP	VMSP	LMSP	TMSP
育成麝($n=14$) The bred musk deer	正态检验	$W=0.495$, $P=0.000<0.05$	$W=0.895$, $P=0.094>0.05$	$W=0.815$, $P=0.08>0.05$	$W=0.859$, $P=0.03<0.05$
	中值	2(2,3)	4(3,5)	3(3,4)	10.5(8,11)
	秩均值	28.93	29.93	42.02	33.50
成年麝($n=47$) The adult musk deer	正态检验	$W=0.333$, $P=0.000<0.05$	$W=0.192$, $P=0.000<0.05$	$W=0.317$, $P=0.000<0.05$	$W=0.198$, $P=0.000<0.05$
	中值	2(2,3)	4(3,6)	2(2,3)	9(8,12)
	秩均值	31.62	31.32	27.71	30.26
显著性检验 Significance test		$U=300.000$, $Z=-0.565$, $P=0.572>0.05$	$U=314.000$, $Z=-0.261$, $P=0.794>0.05$	$U=174.500$, $Z=-2.901$, $P=0.004<0.05$	$U=294.000$, $Z=-0.606$, $P=0.544>0.05$

著差异;泌香盛期持续时间不同地域该阶段无显著差异;泌香后期持续时间不同地域该阶段有显著差异;总泌香期持续时间不同地域该阶段无显著差异。对于泌香初期、后期持续时间进行事后两两比较发现,不同地域间泌香初期持续时间差异组间均不显著(校正后 $P>0.05$),泌香后期持续时间安康、四川差异显著($P=0.01<0.05$),安康与凤县差异不显著($P=1.00>0.05$),四川与凤县差异不显著($P=0.526>0.05$)。

表 4 不同地域麝群泌香生理反应持续时间比较

Table 4 Comparison of the duration of the secretion physiological response of musk deer in different regions

种群 Population	统计量 Statistic quantity	泌香生理反应阶段 Physiological response stage of musk secretion			
		PMSP	VMSP	LMSP	TMSP
安康($n=23$) Ankan	正态检验	$W=0.680$, $P=0.000<0.05$	$W=0.847$, $P=0.002<0.05$	$W=0.858$, $P=0.040<0.05$	$W=0.951$, $P=0.310>0.05$
	中值	3(2,4)	3(2,4)	3(2,4)	11(8,12)
	秩均值	43.09	30.46	47.54	40.15
凤县($n=5$) Fengxian	正态检验	$W=0.771$, $P=0.046<0.05$	$W=0.881$, $P=0.314>0.05$	$W=0.883$, $P=0.325>0.05$	$W=0.961$, $P=0.814>0.05$
	中值	4(2.5,4)	4(3.5,5)	3(2.5,3.5)	11(9.5,11.5)
	秩均值	53.00	40.00	45.40	45.60
四川($n=47$) Sichuan	正态检验	$W=0.736$, $P=0.000<0.05$	$W=0.896$, $P=0.001<0.05$	$W=0.687$, $P=0.000<0.05$	$W=0.868$, $P=0.000<0.05$
	中值	2(2,3)	4(3,6)	2(2,3)	9(8,12)
	秩均值	33.91	41.48	32.54	36.14
显著性检验 Significance test		$H=6.177$, $P=0.046<0.05$	$H=4.123$, $P=0.127>0.05$	$H=9.265$, $P=0.010<0.05$	$H=1.198$, $P=0.549>0.05$

此外,为探讨光照时间与麝群泌香持续时间及分配间关系,本研究选取了同一养殖场内南北走向东西侧圈舍布局、光照时间及温度不同的 2 组麝群为观测对象进行泌香初期、盛期持续时间数据采集,对获得有效数据资料经正态检验(Shapiro-Wilk)呈非正态性分布(表 5)。数据经方根、对数等转换,依然非正态分布,加之数据量较小,采用非参数 2 独立性样本(Mann-Whitney U)检验,结果显示泌香初期、盛期持续时间西侧与东侧驯养种群无明显差别,初步揭示光照时间较短的东侧麝群与光照时间较长的西侧麝群间无显著差异。

表 5 不同温度、光照时间与各生理阶段持续时间的关系

Table 5 The relationship between different temperature, light time and the duration of physiological stage

圈舍朝向 Orientation of pen farming	统计量 Statistic quantity	泌香生理反应阶段 Physiological response stage of musk secretion	
		PMSP	VMSP
东侧圈舍 ($n=26$) Eastern pen farming	正态检验	$W=0.826, P=0.001<0.05$	$W=0.880, P=0.006<0.05$
	中值	2(2,3)	5(3,6)
	秩均值	24.46	25.04
西侧圈舍 ($n=26$) Western pen farming	正态检验	$W=0.729, P=0.000<0.05$	$W=0.920, P=0.044<0.05$
	中值	2.5(2,3)	5(3,8)
	秩均值	28.54	27.96
显著性检验 Significance test		$U=285.000, Z=-1.046,$ $P=0.295>0.05$	$U=300.000, Z=-0.701,$ $P=0.483>0.05$

2.2.3 麝香产量区间分布及麝的二次泌香

通过对 61 只林麝泌香生理反应观测,发现有 7 只麝出现了 2 次泌香生理反应现象,约占整个观测资料的 11.48%(7/61),且主要由 8—9 岁以上麝构成(占 57.14%),其中 2 只 3 年生麝形成成熟麝香,但产量相对偏低(11.44g/只),剩余 5 只麝所产麝香产量均在 10g 以下,2 次泌香生理反应间隔约 8—20d;麝群空香率同样主要出现在年龄较大的麝(≥ 9 岁),即无明显泌香盛期生理反应症候且未形成成熟麝香的个体 6 只,占整个观测群 61 只的 9.8%左右(香囊内仅分泌出白色、泥状、具腥臭味的少量内容物)。对于获取有完整产香记录的 37 只麝(未区分年龄),其年产香量范围 0.6—29.47g/只,显然麝香产量个体间变化幅度大;若按生产实际及一般经验区分麝产香能力,将产香量 5g/只以下定义为极低生产群的个体有 3 只,占 8.12%,产香量 5—10g/只定义为低生产群的个体有 4 只,占 10.81%,产香量 10—15g/只定义为中等生产群的个体有 13 只,占 35.13%,产香量 15—20g/只定义为较高生产群的个体有 4 只,占 10.81%,产香量 20—25g/只定义为高生产群的个体有 7 只,占 18.92%,产香量 25—30g/只定义为极高生产群的个体有 6 只,占 16.22%,显然该观测麝群具有较高产香能力。

3 讨论

3.1 麝群泌香时间分配格局及与气温的关系

温度、光照是调控生物重要生态、生理功能(如一些动物性腺发育、繁殖机能维持及与第二性征紧密相关的机能活动)的气候因子,具有随纬度、海拔高度、生态系统垂直高度和各种小生境等空间及年周期、昼夜等时间变化特征。麝科动物具季节性繁殖、年周期性泌香(4 月中下旬至 7 月上旬)特征,极少数个体泌香提前或推后,故推测泌香生理机能活动受气候变化影响较大。本研究比较了不同地域林麝泌香生理启动及持续时间时空差异,结果显示陕西林麝种群泌香始于 4 月底,基本结束于 6 月上旬,四川林麝种群始于 5 月下旬,基本结束于 7 月初,两地泌香生理反应盛期均基本持续 40d 左右;不同种群泌香均存在 2 个泌香高峰期的结论与王永奇等^[19]研究结果一致,其中安康林麝种群泌香高峰期出现在 5 月底,且泌香盛期生理反应发生在 5 月 31 日前占 95.87%,6 月占 4.13%;四川种群出现在 6 月初,且麝群泌香盛期生理反应发生在 5 月 31 日前占整个麝群的 18.03%,发生在 6 月份占 81.97%;陕西凤县麝群泌香盛期生理反应在 5 月 15 日—5 月 25 日占 100%。泌香生理反应启动时间方面陕西较四川早 30d 左右;四川林麝种群第 1 个泌香高峰期泌香启动频次随年龄的增长有下降的趋势,第 2 个泌香高峰期则无明显的规律性,年龄越大林麝泌香期不同生理阶段泌香发生频次趋于平均。此外,地处北纬 31.7°、海拔 2750m 的四川麝场与地处北纬 31.9°、海拔 998m 的陕西安康麝场 5 月份上午平均气温分别为 9.95℃、13.6℃,两者相差 3.65℃;6 月份上午的平均气温分别为 13.15℃、16.6℃,两者相差 3.45℃,显然四川麝场所处位置 6 月份气温与安康麝场 5 月份气温接近。对于同一麝场不同朝向且间隔 4m 的东侧圈舍(朝向西)与西侧圈舍(朝向东)进行温度观测,发现西侧圈舍上午太阳辐射早,光照时间相较东侧圈舍长,且较东侧圈舍 5 月气温高 0.7℃,6 月则高 1.5℃,麝群泌香生理反应出现较东侧圈

舍早 3—5d。基于上述数据比较分析,初步推断林麝泌香生理反应启动早晚与光照时间、气温高低存在一定的关联,即光照时间长、温度高的地区泌香启动时间早,但与林麝泌香期持续时间不存在关联,揭示出林麝种群泌香生理反应启动时间与气候因子间存在一定的时空关系,间接推断出人工控温、控光有可能调控林麝个体泌香生理反应趋于同步,有利于麝场泌香期集中管理及为场址选择、圈舍布局提供理论依据。

3.2 驯养麝泌香期不同生理阶段持续时间及与麝香产量的关联

雄麝泌香生理反应及麝香产(质)量与年龄、体质、腺囊体积、疾病、饲养方式、气候条件及内分泌等因素密切相关^[7-9]。本研究结合项平^[20]、梁风锡^[21]、王永奇等^[22]林麝泌香生理反应持续时间及产香量方面进一步研究,揭示年龄与泌香期各生理阶段持续时间无明显关系,麝群个体产香量变化幅度大,麝群中低产麝(产香量 $\leq 10\text{g}$)占 18.93%,中产麝($10\text{g}<\text{产香量}\leq 20\text{g}$)占 45.94%,高产麝(产香量 $>20\text{g}$)占 35.13%,显然该观测麝群具有较高的产香能力,与郭妍妍等^[24]研究马尔康林麝麝香产量区间范围为 0—19.60g/只结果不同,产香量是衡量麝生产性能的重要指标,在个体或群体选育中发挥着重要作用,但本研究样本量偏少,有可能会产生一定的抽样偏差即抽取产量较高麝较多,且缺乏连续追踪个体产香记录,尚未获得该麝群稳定可靠的产量数据,进行该数量性状遗传力参数计算需进一步研究。李复东等^[25]报道了 5 只林麝泌香期观察结果为泌香初期持续 11.8d、盛期持续 3.60d、末期 10.8d 及总泌香期 26.2d,葛小芳^[23]研究林麝麝香产量在 9.5 岁后下降,此前随年龄增长增加,泌香前期持续时间($(1.000\pm 0.756)\text{d}$)、盛期持续时间($(3.500\pm 1.604)\text{d}$)、泌香后期持续时间($(1.875\pm 0.641)\text{d}$)、总泌香期持续时间($(6.375\pm 0.641)\text{d}$),两者获得研究结论与本研究结果有所不同,即除泌香盛期持续时间相似外,其他阶段远长于或短于本研究结果。上述麝香产量及泌香持续时间不同研究结论间的差异,原因可能与观测方式、样本量差异、饲养方式、产量计算方式等有关。此外,本研究不同地域间驯养麝群仅泌香后期持续时间安康与四川差异显著($P=0.01<0.05$),扩大样本量将陕西 2 养殖场数据合并与四川麝群比较,发现泌香初期、后期两地存在明显差异,但泌香盛期、总泌香持续时间无明显差别。综上分析,林麝泌香生理反应不同生理阶段持续时间或可能存在一定差异,但总泌香持续时间无明显差别,不同地域麝群及年龄群各泌香生理阶段持续时间方面缺乏显著规律性,或许与林麝在长期进化过程中形成固化的泌香生理反应期持续时间遗传、生理特征,或地域间较小差异的环境胁迫压力难以引起该性状分化有关,故通过调节泌香生理反应持续时间探索调控麝香产能可能存在较大困难,但通过相关技术措施促使麝群泌香期提前、推后或趋于集中,便于麝群集中生产,降低生产经营强度成为可能。此外,本研究观测发现麝群中约占 11.48% 个体存在 2 次泌香现象;麝群空香率 9.8% ($n=61$) 左右,与孟庆辉等^[26]研究濒危马麝群有效取香率 90.30% ($n=732$),其群体空香率 9.70% 接近,此类麝年龄一般较大(≥ 9 岁)、无明显泌香盛期症候且无成熟麝香即香囊内仅分泌出白色、泥状、具腥臭味的少量内容物,原因可能与麝年龄较大、体况偏弱等引起内分泌失调、代谢机能降低及麝香生物化学合成途径障碍有关;与此同时,观测到泌香反应越强烈即阴囊、麝香囊肿胀越显著、香气越浓,麝香产量一般越高的现象。

麝科动物驯养种群数量、质量的持续增长和提升,既为含麝香成分传统中药和新药研发提供了麝香原材料,又为野外种群重建提供了资源基础。麝科动物季节性繁殖及第二性征的维持受气候因子、营养水平、饲养管理模式等因素影响,研究相互间关系对今后科学采用相应技术措施优化种群结构、麝群科学管理及培育量大、质优的稳定高产麝群,促进麝产业发展和麝类动物保护具有参考意义。

参考文献 (References):

- [1] 朱勇文. 光照对家禽生产的影响. 家禽科学, 2010, (12): 44-46.
- [2] 黄运茂, 施振旦, 李孝伟, 刘志, 刘颖. 光照对马岗鹅季节性繁殖活动和内分泌的调控. 畜牧兽医学报, 2008, 39(1): 29-36.
- [3] 杨海明, 巨晓军, 王志跃, 丁家桐, 王信喜, 陈永华. 光照时间和环境温度对种鹅繁殖系统及相关激素 mRNA 表达、分泌的影响. 中国农业科学, 2015, 48(13): 2635-2644.
- [4] 梁崇岐, 陆军, 孙大明, 丁玉华, 徐安红. 大丰麝鹿群对光周期适应的研究. 林业科学研究, 1993, 6(6): 650-653.
- [5] 程志斌, 白加德, 钟震宇. 麝鹿鹿角生长周期及影响因子. 生态学报, 2016, 36(1): 59-68.

- [6] 魏小红,毛同辉,吴光松,燕志宏,张芸,任丽群,李平,黄维江,杨蓉,顾丽菊,林鹏飞. 气候因子对南北方梅花鹿脱盘时间与产茸的影响. 野生动物学报, 2019, 40(3): 610-616.
- [7] Zhang B L. Musk-deer; their capture, domestication and care according to Chinese experience and methods. Unasylva, 1983, 35(139): 16-18.
- [8] Parry-Jones R, Wu J Y. Musk Deer Farming as A Conservation Tool in China. Hong Kong: TRAFFIC, East Asia, 2001.
- [9] 孟秀祥,潘世秀,栾晓峰,冯金朝. 兴隆山自然保护区马麝春季生境选择. 生态学报, 2010, 30(20): 5509-5517.
- [10] 毕书增,颜于宏,金绍忠,武义鸣,陈昌富,徐慧君,盛佩蒂,丁静秋. 下丘脑-垂体-睾丸系统调节麝香分泌和提高麝香产量的初步研究. 中药材科技, 1980, (4): 18-20.
- [11] 汪建隆,黄新民,朱定轩. 促性腺激素对林麝泌香的影响. 兽类学报, 1981, 2(1): 105-106.
- [12] 洪沂生,李复东,邓文明,李时万. 麝泌香与雄性激素的关系. 中药材科技, 1981, (1): 19-22.
- [13] 尹淑媛,戴卫国. 雄激素生理诱导雄麝第二次泌香中试实验研究. 成都科技大学学报, 1990, (6): 29-40.
- [14] 李琼. 原麝粪便类固醇激素以及免疫球蛋白的测定[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2013.
- [15] 郎冬梅,刘文华,王毅花,唐勇清,何岚,刘树强,胡德夫. 非孕期圈养林麝粪皮质醇激素变化及其指示作用. 北京林业大学学报, 2012, 34(3): 81-84.
- [16] 郎冬梅,胡德夫,邹青,王毅花. 发情周期圈养雌性林麝粪孕酮的变化. 特产研究, 2011, 33(4): 40-42, 53-53.
- [17] 白康,任战军,王永奇,李斐然,黎勇,朱承嗣,唐婕,唐青山,刘文华,王方荣. 林麝泌香期性激素变化及其与泌香量的关系. 中国兽医学报, 2013, 33(6): 956-962.
- [18] 张争明,杨静,王建明,付文龙,王展印,叶松华,付春梅. 林麝泌香期和发情期血清性激素含量的变化. 中药材, 2015, 38(2): 240-244.
- [19] 孙太福,王静,蔡永华,程建国,黎勇,周密,盛岩,孟秀祥. 圈养林麝粪类固醇激素水平与麝香分泌的关系. 生态学报, 2020, 40(24): 9245-9251.
- [20] 项平. 引种林麝及子代繁殖和产香量的初步观察. 中国林副特产, 1990, (13): 7-10.
- [21] 梁风锡,李从忠,项坪,张家奎. 麝妊娠期与双胎率调查报告. 吉林畜牧兽医, 1987, (4): 39-43.
- [22] 王永奇,李斐然,刘文华. 林麝泌香生理反应启动时间及不同生理阶段的时间分配. 草业科学, 2019, 36(1): 226-233.
- [23] 葛小芳. 福建圈养林麝泌香分泌与繁殖行为研究[D]. 北京: 中央民族大学, 2015.
- [24] 郭妍妍,周杨,蔡永华,程建国,付文龙,龙登隆,孟秀祥, Li W B, Tan F. 川西高原圈养林麝(*Moschus berezovskii*)的麝香分泌及影响因素研究. 四川农业大学学报, 2018, 36(2): 273-278.
- [25] 李复东,洪沂生,邓文明,李时万. 麝的泌香规律. 中药材科技, 1980, (4): 12-18.
- [26] 孟庆辉,刘春兰,潘世成,施泽梅,张学炎,孟秀祥. 濒危马麝的有效取香率分析. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2011, 39(12): 53-59.