

蜂王浆对雄兔生长及繁殖性能的影响

许宝华^{1,2}, 刘志勇^{1,3}, 曾志将¹

(¹江西农业大学动物科学技术学院, 南昌 330045; ²南昌大学实验动物科学部, 南昌 330031; ³江西省劳动卫生职业病防治研究所, 南昌 330006)

摘要:【目的】探讨蜂王浆提高动物繁殖性能的作用机理。【方法】高、低剂量组分别按体重 0.2%和 0.1%的量对 2 月龄的雄性日本大耳兔每天空腹灌胃新鲜蜂王浆, 对照组灌胃 0.1%体重的生理盐水。每周同一时间称重; 70 d 后分别检测精子密度、活力和畸形率; 80 d 后分别屠宰, 分离主要脏器并计算脏器系数; 右侧睾丸制作石蜡切片进行组织形态观察。【结果】(1) 第 0—8 周, 高、低剂量组与对照组每周龄体重差异不显著 ($P>0.05$); 9 周后, 高、低剂量组每周龄体重都显著高于对照组 ($P\leq 0.05$)。屠宰测定时, 高、低剂量组的雄兔睾丸、下丘脑和脾 3 个脏器系数都极显著大于对照组 ($P\leq 0.01$), 而脑、肺、心、肝、肾和膀胱等主要脏器系数差异不显著 ($P>0.05$)。(2) 高、低剂量组的精子密度都极显著大于对照组 ($P\leq 0.01$); 低剂量组的精子活力极显著高于对照组 ($P\leq 0.01$), 而对照组又极显著高于高剂量组 ($P\leq 0.01$)。(3) 灌胃 80 d 后, 对照组雄兔睾丸曲细精管生精上皮细胞数量明显少于蜂王浆灌胃组。生精上皮较薄, 生精上皮细胞排列疏松, 中央的管腔更大, 管腔内出现的细胞大部分为初级精母细胞和次级精母细胞; 而蜂王浆灌胃组的曲细精管管腔相对缩小, 被精子细胞以及精子所充实, 细胞层数增多, 精原细胞附于基膜上, 初级精母细胞、精子细胞和精子依次紧密排列延伸至管腔内, 核染色明显, 管腔中可见大量的精子。【结论】蜂王浆灌胃能促进雄兔下丘脑、睾丸等生殖器官的发育; 灌胃体重 0.1%的蜂王浆对精子密度和精子活力都有明显的提高作用。

关键词: 蜂王浆; 雄兔; 生长性能; 繁殖性能

Effect of Royal Jelly on Growth and Reproduction Performance of Male Rabbits

XU Bao-hua^{1,2}, LIU Zhi-yong^{1,3}, ZENG Zhi-jiang¹

(¹College of Animal Science and Technology, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045; ²Department of Laboratory Animal Science, Nanchang University, Nanchang 330031; ³Institute of Industrial Hygiene and Occupational Disease Prevention of Jiangxi, Nanchang 330006)

Abstract: 【Objective】The mechanism of royal jelly in improvement of reproduction performance of animals was explored in this study. 【Method】Male Japanese white rabbits at the age of 2 months were intragastrically administrated daily with royal jelly(RJ) at 0.2% and 0.1% of body weight in the high and low dosage group, respectively. Saline water was intragastrically administrated at 0.1% of body weight in the control group. Rabbits were slaughtered after 80 days, and the body weight of rabbits, the main organ coefficients were calculated. The right testicle of each rabbit was used for morphological analysis after paraffin section preparation. Moreover, the density, motility and deformity rate of sperms were determined in each animal. 【Result】During the testing period of 0-8 weeks, no significant difference was detected in the body weight of rabbits among the 3 groups ($P>0.05$). However, the body weight was significantly greater in the treatment groups than the control group after 9-weeks treatment ($0.01 < P \leq 0.05$). The organ coefficients of testicular, hypothalamus and spleen were significantly different between the treatment and control group ($P \leq 0.01$). And no difference was found in the organ coefficients of spleen, lung, heart, liver, kidney and urinary bladder among the 3 groups (P

收稿日期: 2010-08-30; 接受日期: 2010-09-27

基金项目: 国家现代蜂产业技术体系资助项目 (CARS-45)

联系方式: 许宝华, E-mail: xubao72@sina.com. 通信作者曾志将, E-mail: bees1965@sina.com

>0.05). The sperm density in RJ treatment groups was significantly higher than that in control group ($P \leq 0.01$). The semen motility of rabbits in the low dosage group was significantly higher than control group ($P \leq 0.01$), and the control group was significantly higher than the high dosage group ($P \leq 0.01$). After 80-days of RJ treatment, the spermatogenic epithelium cells of convoluted seminiferous tubules in testicular of male rabbit was significantly less, spermatogenic epithelium was fewer and scattered in the control group. Moreover, most of them contained in the center hole was primary and second spermatocytes. In comparison, the space of convoluted seminiferous tubules was less in the RJ treatment group because of sertolis cells and spermatozoa. Spermatogonia were affiliated on the basement membrane, the primary spermatocytes, spermatids, and spermatozoa were extended tightly into the center hole. The core was dying clearly, and most of containing in the center hole were spermatozoas. 【Conclusions】 RJ intragastric administration can promote the development of male reproductive organs, like hypothalamus and testicular. And intragastric administration with RJ at 0.1% of body weight can improve the motility and density of sperm in rabbits.

Key words: royal jelly; male rabbit; growth performance; reproduction performance

0 引言

【研究意义】蜂王浆是由5—15日龄工蜂的咽下腺和上颚腺分泌的、十分复杂的天然产品。随着人们对蜂王浆组分含量、营养价值及理化性质研究的不断深入,蜂王浆的多种生理功能及作用机理已逐渐在临床应用中得到证实^[1-4]。在其诸多的生理功能中,蜂王浆对动物繁殖性能的提高作用已成为近年来研究的热点,但其作用机理至今尚不清楚^[5]。种用雄兔的体质和生理状况是家兔繁殖的重要因素^[6]。因此,开展蜂王浆对雄性日本大耳兔(*Lepus brachyurus*)生长及繁殖性能的影响研究,不仅为探索蜂王浆提高动物繁殖性能的作用机理提供基础数据,为今后蜂王浆的产品开发打下基础,为珍稀的野生物种资源保护提供思路,还可以为人类生育疾病的防控提供借鉴。【前人研究进展】蜂王浆含有生物生长发育所需的营养成分,其中有些活性物质被生物体吸收利用后能引起机体相应的生理反应^[7]。Yapar等^[8-10]的研究结果表明蜂王浆具有增加机体免疫力、延缓衰老和抗菌消炎的保健功能。Cavusoqlu等^[11]给雌性小白鼠注射蜂王浆5 d后能使未成熟的雌鼠卵巢增重,21 d后可见成熟的卵泡;雄性大鼠切除睾丸后注射蜂王浆,也可见精囊的重量增加。金汤东等^[12]发现饲料中添加0.1%的蜂王浆能使罗斯蛋鸡产蛋率提高8.8%,平均蛋增重1.9 g。许德民等^[13]研究表明蜂王浆能促进金丝雀发情,促使其产蛋提前,延长繁殖期。由此可见,提高动物繁殖性能作用是近年来蜂王浆研究的主要方向^[14]。日本大耳兔是一种常见的试验动物,已广泛运用于医学和生物学研究等领域^[15]。Mefti等^[16]研究表明日本大耳兔的生长及繁殖性能的提高跟其营养水平直线相关。张永翠等^[17]在日粮中添加不同蛋氨酸时发现家兔胸腺重发生显著改变,并能显著影响血清中总蛋白含量。Fasiullah等^[18]在生

长期兔粮中添加耐得酵素后发现,多种生理指标都能得到改善。然而,有关蜂王浆对家兔生长及繁殖性能的影响研究还未见报道。【本研究切入点】蜂王浆提高动物繁殖性能的主要功能因子、作用分子机制及各因素之间的联系等问题目前还不清楚。【拟解决的关键问题】本研究将结合日本大耳兔的生物学特性,运用组织切片等技术研究蜂王浆对雄兔生长及繁殖性能的影响,掌握蜂王浆提高日本大耳兔生长及繁殖性能的作用剂量、作用时间及作用机制。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 动物及饲料 试验动物为来自南昌大学试验动物科学部的54只60日龄健康雄性日本大耳兔(*Lepus brachyurus*),体重(1.497 ± 0.016) kg。基础日粮是东方希望(徐州)动物食品有限公司的2#兔料,配方为:豆粕21%、玉米22%、草粉41%、麦麸15%、盐0.5%及0.5%的微量元素。蜂王浆是由江西农业大学蜜蜂研究所提供的新鲜王浆。

1.1.2 试剂和仪器 主要试剂:苦味酸饱和液(1.22%)、甲醛(40%)、冰醋酸(56%)、苏木素、无水乙醇、硫酸铝钾、氧化汞、伊红及无水氯化钙等。

主要仪器:LEICA RM 2126全自动切片机(德国)、1/10 000电子分析天平(瑞士)、5804R Eppendorf冷冻离心机(德国)、5号胃管(中国)及真空采血管及头皮采血针等。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计和动物饲养 将54只试验兔随机等量分成高剂量组、低剂量组和对照组,每3只/笼饲养于开放环境中,每天饲喂充足的基础日粮,自由采水。高、低剂量组试验兔在正常饲喂基础日粮的前提下,每天早上分别用0.2%和0.1%体重的新鲜蜂王浆空腹

灌胃, 对照组灌胃 0.1%体重的生理盐水, 灌胃后立即上料、上水, 并打扫兔舍。每周同一时间称重。

1.2.2 精液品质检测 灌胃至 70 d 后, 每隔 3 d 人工采集试验兔的精液 1 次。将精液稀释 10 倍后, 取一滴于载玻片上 (37℃电恒温板上预热), 盖上盖玻片后于显微镜下进行检测, 用计算机辅助精液分析系统专用分析软件 CEROS 分析精子的活力。对精子进行伊红染色后再置于显微镜下观察 (200×), 记数 200 个精子中的畸形精子数, 最后计算其畸形率。精子畸形率=(畸形精子数/精子总数)×100%。将精液稀释 15 倍, 用血细胞计数法测定精子密度。

1.2.3 脏器系数测定 兔子灌胃至第 80 天后, 次日上午对每只试验兔称重, 股动脉放血处死后立即解剖, 分离脑、下丘脑、肺、心、肝、左肾、脾、膀胱以及左、右睾丸。所有组织均剔除黏附的脂肪和筋膜, 并用滤纸吸干表面体液后立即称重, 计算各脏器系数: 脏器重/体重×100%。

1.2.4 睾丸切片制备 右侧睾丸取出后立即用 Bouin

氏液固定 1 周后, 50%酒精脱色, 常规脱水、包埋、切片, H.E.染色, 光学显微镜下观察并拍照^[10]。

1.3 数据统计

本文试验数据均采用平均值±标准差 (Mean ± S.D.) 表示。在统计分析数据前, 先用 One-Sample K-S 确定数据是否为正态分布, 再用 STAVIEW5.0 软件中的 One-way ANOVA 确定方差同质性, 然后针对不同指标采用 ANOVA OR ANOCAVA 进行差异显著性统计分析。

2 结果

2.1 蜂王浆灌胃对雄兔体重影响

各试验组每周体重测定结果如图 1 所示。统计结果表明, 在第 8 周之前, 蜂王浆灌胃高剂量组和低剂量组与对照组试验兔的体重差异不显著 ($P>0.05$); 但第 9 周以后, 高、低剂量组试验兔体重均显著高于对照组, 差异达显著水平 ($P\leq 0.05$), 而高、低剂量组之间差异不显著 ($P>0.05$)。

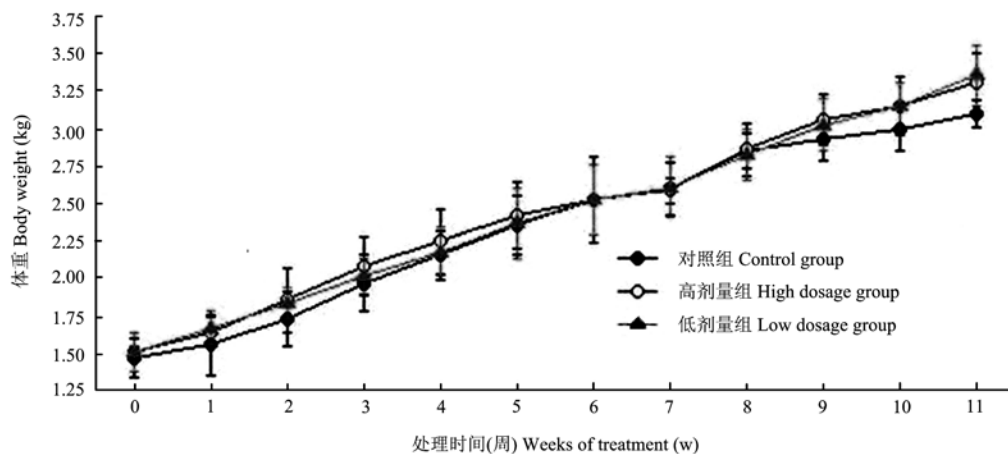


图 1 蜂王浆灌胃对体重的影响

Fig. 1 Effect of RJ on body weight in different weeks

2.2 蜂王浆灌胃对雄兔精液品质影响

各组的精子密度、活力和畸形率的测定结果见表 1。从表中可知, 蜂王浆灌胃高、低剂量组的精子密度均高于对照组 ($P\leq 0.01$), 高、低剂量组之间无差异。在精子活力方面, 低剂量组极显著高于对照组 ($P\leq 0.01$), 而对照组又极显著高于高剂量组 ($P\leq 0.01$); 3 组之间的精子畸形率差异不显著 ($P>0.05$)。这说明蜂王浆灌胃低剂量组雄兔的精液品质最好。

2.3 蜂王浆灌胃对雄兔主要脏器系数影响

各试验组的脏器系数测定结果见表 2。由表 2 可知, 蜂王浆灌胃 80 d 后进行屠宰, 高、低剂量组雄兔的睾丸、下丘脑和脾 3 个脏器系数都极显著大于对照组 ($P\leq 0.01$), 而脑、肺、心、肝、肾和膀胱等主要脏器系数与对照组之间差异不显著 ($P>0.05$), 各脏器系数高、低剂量组之间差异不显著 ($P>0.05$)。

2.4 蜂王浆灌胃对雄兔睾丸组织影响

图 2 显示了各试验组具代表性个体睾丸组织切片的情况。对照组雄兔睾丸曲细精管生精上皮细胞数量

表 1 精液品质检测

Table 1 Semen quality in tested male rabbits

组别 Group	精子密度 ($\times 10^8$ 个/mL) Sperm density	精子活力 Sperm motility (%)	精子畸形率 Sperm deformity rate (%)
对照组 Control group	1.72 \pm 0.26A	70.10 \pm 10.70A	25.45 \pm 7.24a
低剂量组 Low dosage group	2.57 \pm 0.31B	81.70 \pm 9.08B	23.90 \pm 7.08a
高剂量组 High dosage group	2.32 \pm 0.29B	63.30 \pm 10.03C	24.82 \pm 7.13a

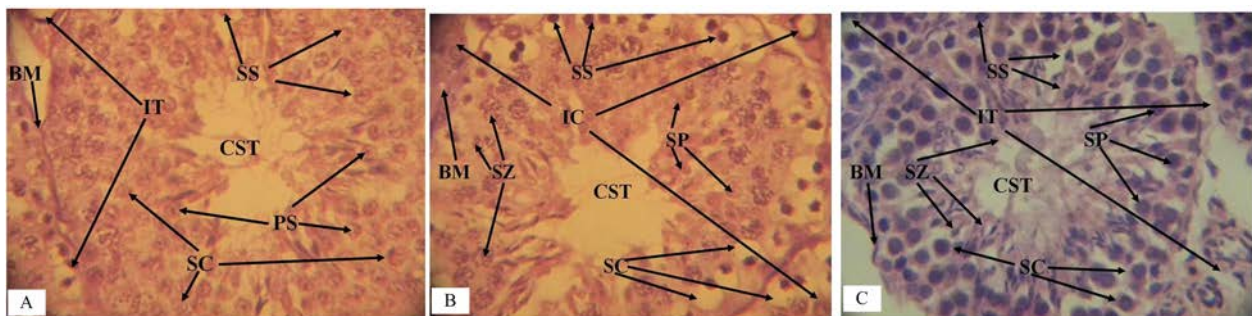
相同指标同列比较时，不同大、小写字母分别表示在 1% 和 5% 水平上存在差异显著性。下同

Compared in the same column, the capital and small letters indicate significant difference at the 1% and 5% level, respectively. The same as below

表 2 蜂王浆对雄兔主要脏器系数的影响

Table 2 Effects of RJ on organ coefficient of male rabbit

	对照组 Control group	低剂量组 Low dosage group	高剂量组 High dosage group
左睾丸 Left testis	0.080 \pm 0.003A	0.110 \pm 0.009B	0.116 \pm 0.006B
下丘脑 Hypothalamus	0.003 \pm 0.00002A	0.003 \pm 0.00009B	0.003 \pm 0.00006B
脾 Spleen	0.043 \pm 0.00002A	0.054 \pm 0.002B	0.053 \pm 0.005B
脑 Head	0.306 \pm 0.003a	0.293 \pm 0.010a	0.297 \pm 0.007a
肺 Lung	0.590 \pm 0.042a	0.585 \pm 0.013a	0.601 \pm 0.025a
心 Heart	0.248 \pm 0.005a	0.240 \pm 0.015a	0.242 \pm 0.007a
肝 Liver	2.992 \pm 0.293a	2.682 \pm 0.219a	2.743 \pm 0.097a
左肾 Left kidney	0.272 \pm 0.007a	0.269 \pm 0.001a	0.252 \pm 0.005a
膀胱 Urinary bladder	0.052 \pm 0.001a	0.056 \pm 0.005a	0.054 \pm 0.013a



CST: 睾丸曲细精管; BM: 基膜; PS: 初级精母细胞; SS: 次级精母细胞; SP: 精子细胞; SZ: 精子; IC: 间质细胞; IT: 间质组织; SC: 支持细胞。下同

CST: The abbreviation of convoluted seminiferous tubules; BM: Basement membrane; PS: Primary spermatocytes; SS: Secondary spermatocytes; SP: Spermatids; SZ: Spermatozoa; IC: Interstitial cells; IT: Interstitial tissue; SC: Sertoli cells. The same below

图 2 睾丸切片(H.E.10 \times 60) (A 为对照组, B 为低剂量组, C 为高剂量组)Fig. 2 Pictures of testicular section (H.E.10 \times 60) (A, B and C represented control, low dosage and high group, respectively)

明显少于蜂王浆灌胃组，生精上皮较薄，生精上皮细胞排列疏松，中央的管腔却更大，管腔内出现的细胞大部分为初级精母细胞和次级精母细胞（图 2-A）；而蜂王浆灌胃组的曲细精管管腔相对缩小，被精子细胞以及精子所充实，细胞层数增多，精原细胞附于基膜上，初级精母细胞、精子细胞和精子依次紧密排列

延伸至管腔内，核染色明显，管腔中可见大量的精子（图 2-B、图 2-C）。

3 讨论

自从 Wetherill 于 1852 年^[19]首次对蜂王浆的化学组成进行分析以来，人们发现蜂王浆是一种十分复杂

的天然产品, 含有大量活性蛋白酶, 如胆碱脂酶、葡萄糖氧化酶、淀粉酶、脂肪转氨酶和超氧化物歧化酶等, 这些酶在机体生理功能的发挥过程中起着极其重要的作用^[20]。因此, 蜂王浆具备提高动物生殖性能的条件。Satoshi等^[21]研究发现蜂王浆具有雌激素活性, 它通过与雌激素受体的相互作用来诱导下游基因的表达。Husein等^[22]认为肌肉注射或补饲蜂王浆均能提高母羊的发情率及怀孕率、促使母羊发情时间提前 14 h、排卵时间提前 1 d, 但肌肉注射似乎比补饲效果更明显。Husein等^[23]进一步比较了蜂王浆和孕马血清促性腺激素 (eCG) 对母羊繁殖性能的影响, 发现蜂王浆和eCG在诱导发情和提高怀孕率及产仔率上具有相似的功效。Kridli等^[24]也研究了蜂王浆和促性腺激素释放激素 (GnRH) 对母羊同期发情和怀孕率的影响, 认为蜂王浆能够显著提高一次交配怀孕率, 而GnRH不影响母羊的发情和一次交配怀孕率。有研究发现母猪服用蜂王浆能提高受胎率、产仔率和幼仔成活率, 并能延长母猪使用年限; 公猪服用蜂王浆能提高性欲和精子活力^[25]。Ahmed等^[26]推断蜂王浆含有对提高精子活力、促进获能和顶体反应的果糖、NO代谢物以及王浆酸等物质。

本文在研究蜂王浆对雄性日本大耳兔生长性能的影响时发现, 3 组试验兔的每周体重在试验前 8 周差异不显著, 第 8 周以后, 蜂王浆处理组 (包括高、低剂量组) 极显著高于对照组, 该结果与Barker^[27]阐述的蜂王浆功效一致, 即蜂王浆功效的发挥需要达到一定剂量和一定时间。根据日本大耳兔的生长发育特点可知, 4 月龄雄兔基本达到性成熟, 本次受试雄兔在试验开始时已达 2 月龄, 在本试验第 56 天 (第 8 周), 雄兔基本已达性成熟。由此推测蜂王浆对体重的影响在雄兔性成熟以前不明显, 但在性成熟至体成熟阶段, 蜂王浆能明显促进体重增长。出现以上结果也有可能是蜂王浆推迟雄兔性成熟所致, 因为蜂王浆含有微量的性激素, 并且Satoshi等^[21]也证实了蜂王浆能通过与雌激素受体的相互作用来诱导下游基因的表达。另外, 对照组雄兔在试验进行至 63 d, 即第 9 周时已出现躁动、爬跨及换毛等行为; 而高、低剂量蜂王浆灌胃组试验兔却比较安静, 这种有趣行为的机制似乎进一步说明了蜂王浆能延迟雄兔达到性成熟。针对这一疑问, 本课题组将在下一步试验中检测雄兔相应时间段的性激素水平, 从而确认各组雄兔的性成熟时间。

通过蜂王浆对雄兔脏器系数的影响可知, 蜂王浆对下丘脑和睾丸发育具有显著的促进作用。下丘脑-

垂体-性腺轴是控制机体性激素分泌的分支, 就这条轴而言, 下丘脑分泌促性腺激素释放激素 (GnRH), GnRH 可促进垂体分泌促黄体生成素 (LH)、促卵泡刺激素 (FSH) 和泌乳素 (PRL), LH 和 FSH 作用在男性的睾丸上, 促进睾丸分泌睾酮 (T)。通过睾丸切片观察发现, 蜂王浆灌胃组兔子睾丸的曲细精管生精上皮细胞数量明显多于对照组, 曲细精管管腔被精子细胞以及精子所充实, 细胞层数增多, 精原细胞附于基膜上, 初级精母细胞、精子细胞和精子依次紧密排列延伸至管腔内, 管腔中可见大量的精子, 使得曲细精管管腔相对缩小。以上结果说明, 蜂王浆对雄兔繁殖器官作用明显, 这可能与蜂王浆中富含激素、酶类和核酸等成分相关, 具体分子机理还有待于进一步探讨。至于对性激素水平的影响, 本课题组将在下一步试验中展开研究。

通过进一步的活体精液检测发现, 灌胃体重 0.1% 的蜂王浆能显著提高雄兔精子密度和活力, 这与前人对公猪的研究结果一致, 同时也进一步支持了Ahmed等^[26]的推理。本试验中高剂量组, 即灌胃 0.2% 体重的蜂王浆组虽然可以提高精子密度, 但精子活力却比对照组还低, 主要表现为该组雄兔精液中的胶状物质非常黏稠, 原因可能是蜂王浆灌胃剂量过高, 具体机理也有待深入研究。

另外, 由于蜂王浆富含维生素和氨基酸等活性物质, 因此蜂王浆可以增强红细胞的黏附作用, 并能刺激淋巴细胞进行有丝分裂, 使细胞转化增殖, 增强机体细胞免疫功能, 动物试验进一步证明了蜂王浆能显著提高机体免疫能力的功效^[28]。这也许是本试验结果中发现的蜂王浆能显著促进脾脏发育的原因, 因为脾脏也跟下丘脑-垂体-性腺轴一样, 属于机体三大内分泌系统之一。

4 结论

蜂王浆能促进雄兔下丘脑、睾丸等生殖器官的发育, 适当浓度蜂王浆提高精子活力和精子密度。

致谢: 在试验过程中, 得到了颜伟玉、谢宪兵、郑双艳、魏丽等老师的支持和帮助, 在此一并表示感谢。

References

- [1] 曾星凯, 谢国秀, 吴小波, 颜伟玉. 蜂王浆活性组分癸烯酸和氨基酸含量变化及对小白鼠抗疲劳作用研究. 江西农业大学学报, 2009, 31(3): 526-529.

- Zeng X K, Xie G X, Wu X B, Yan W Y. Effects of 10-HDA and aminophenol content change of active components in royal jelly on the anti-fatigue function of mic. *Journal of Jiangxi Agricultural University*, 2009, 31(3): 526-529. (in Chinese)
- [2] 颜伟玉, 曾星凯, 谢国秀, 曾志将. 蜂王浆不同活性组分对大鼠降血脂效果影响. *江西农业大学学报*, 2009, 31(5): 830-832.
- Yan W Y, Zeng X K, Xie G X, Zeng Z J. Effects of active components of royal jelly on lipidemia decrease of mice. *Journal of Jiangxi Agricultural University*, 2009, 31(5): 830-832. (in Chinese)
- [3] 谢宪兵, 苏松坤, 郑云林, 吴小波, 曾志将. 应用微卫星 DNA 技术研究中华蜜蜂群内工蜂监督效果. *中国农业科学*, 2008, 41(6): 1816-1821.
- Xie X B, Su S K, Zheng Y L, Wu X B, Zeng Z J. Study on the worker policing in *Apis cerana cerana* based on microsatellite DNA. *Scientia Agricultura Sinica*, 2008, 41(6): 1816-1821. (in Chinese)
- [4] 颜伟玉, Conte Y L, Beslay D, 曾志将. 中华蜜蜂幼虫信息素鉴定. *中国农业科学*, 2009, 42(6): 2250-2254.
- Yan W Y, Yves Le Conte, Dominique Beslay, Zeng Z J. Identification of brood pheromone in Chinese honeybee, *Apis cerana cerana* (Hymenoptera: Apidae). *Scientia Agricultura Sinica*, 2009, 42(6): 2250-2254. (in Chinese)
- [5] 许宝华, 谢宪兵, 康路妹, 曾志将. 蜂王浆提高动物繁殖性能的研究进展. *畜牧与饲料科学*, 2009, 30(9): 113-115.
- Xu B H, Xie X B, Kang L M, Zeng Z J. Advances in improving of royal Jelly to the reproduction performance of animal. *Animal Husbandry and Feed Science*, 2009, 30(9): 113-115. (in Chinese)
- [6] 杨 正. 现代养兔. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- Yang Z. *Model Rabbit Farming*. Beijing: Chinese Agricultural Press, 1999. (in Chinese)
- [7] 孙丽萍, 董 捷, 王 芳. 蜂王浆改善心脑血管系统功能的研究. *蜜蜂杂志*, 2002(1): 7-8.
- Sun L P, Dong J, Wang F. Research progress on royal jelly improving function of the circulatory system. *Journal of Bee*, 2002(1): 7-8. (in Chinese)
- [8] Yapar K, Cavuşoğlu K, Oruç E, Yalçın E. Protective effect of royal jelly and green tea extracts effect against cisplatin-induced nephrotoxicity in mice: a comparative study. *Journal of Medicinal Food*, 2009, 12(5): 1136-1142.
- [9] Kanbur M, Eraslan G, Beyaz L, Silici S, Liman B C, Altınordu Ş, Atasever A. The effects of royal jelly on liver damage induced by paracetamol in mice. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 2009, 61(2): 123-132.
- [10] Silici S, Ekmekcioglu O, Kanbur M, Deniz K. The protective effect of royal jelly against cisplatin-induced renal oxidative stress in rats. *World Journal of Urology*, 2010. DOI: 10.1007/s00345-010-0543-5.
- [11] Cavusoğlu K, Yapar K, Yalçın E. Royal jelly (honey bee) is a potential antioxidant against cadmium-induced genotoxicity and oxidative stress in albino mice. *Journal of Medicinal Food*, 2009, 12(6): 1286-1292.
- [12] 金汤东, 陈巨洪, 赵 健. 蜂王浆不同添加量对种鸡产蛋率影响试验. *养蜂科技*, 1999(6): 29-30.
- Jin T D, Chen J H, Zhao J. Influence of different addition of royal jelly on egg-rate of parental hen. *Science and Technology of Apiculture*, 1999(6): 29-30. (in Chinese)
- [13] 许德民. 蜂王浆对喂养名贵金丝雀的作用. *中国养蜂*, 2002, 53(4): 14, 18.
- Xu D M. Effect of royal jelly feeding on precious traditional canary. *Chinese Apiculture*, 2002, 53(4): 14, 18. (in Chinese)
- [14] Zhou J H, Zhao J, Xue X F, Zhang J Z, Chen F, Li Y, Wu L M, Li C C, Mi J Q. Hydrophilic interaction chromatography/tandem mass spectrometry for the determination of melamine in royal jelly and royal jelly lyophilized powder. *Journal of Chromatography. B, Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, 2009, 877(32): 4164-4170.
- [15] Rabbits, Chapter in Assistant Laboratory Animal Technician. Training Manual. Memphis, TN: American Association for Laboratory Animal Science, 2008.
- [16] Mefti K H, Kaidi R, Sid S, Daoudi O. Growth and reproduction performance of the Algerian Endemic rabbit. *European Journal of Scientific Research*, 2010, 40(1): 132-143.
- [17] 张永翠, 李福昌. 日粮添加不同水平蛋氨酸对 23 月龄肉兔生长发育、免疫性能及血液生化指标的影响. *西南农业学报*, 2008, 21(2): 472-475.
- Zhang Y C, Li F C. Effect of dietary methionine supplement levels on growth performance immunity performance and blood metabolites of 2-3 month-old-rabbits. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*. 2008, 21(2): 472-475. (in Chinese)
- [18] Fasiullah M S, Khandaker Z H, Islam K M S, Kamruzzaman M, Islam R. Effect of dietary enzyme supplementation on nutrient utilization and growth performance of rabbit, *International Journal of Biology Research*, 2010, 1(3): 17-22.
- [19] Wetherill C M. Chemical composition of royal jelly. *Reproducing of the Academy National of Sciences of Philadelphia*, 1852(6): 119-121.
- [20] Salazar-Olivo L A, Paz-González V. Screening of biological activities present in honeybee (*Apis mellifera*) royal jelly. *Toxicology in Vitro*,

- 2005, 19: 645-651.
- [21] Satoshi M, Kazu-Michi S, Yoichiro I, Takeshi Miyata. Royal jelly has estrogenic effects *in vitro* and *in vivo*. *Journal of Ethnopharmacology*, 2005, 101: 215-220.
- [22] Husein M Q, Kridli R T. Reproductive responses following royal jelly treatment administered orally or intramuscularly into progesterone-treated Awassi ewes. *Animal Reproduction Science*, 2002, 74: 45-53.
- [23] Husein M Q, Haddad S G. A new approach to enhance reproductive performance in sheep using royal jelly in comparison with equine chorionic gonadotropin. *Animal Reproduction Science*, 2006, 93: 24-33.
- [24] Kridli R T, Al-Khetib S S. Reproductive responses in ewes treated with eCG or increasing doses of royal jelly. *Animal Reproduction Science*, 2006, 92: 75-85.
- [25] Kridli R T, Husein M Q, Humphrey W D. Effect of royal jelly and GnRH on the estrus synchronization and pregnancy rate in ewes using intravaginal sponges. *Small Ruminant Research*, 2003, 49: 25-30.
- [26] Ahmed TA, Jehan A, Muhamad. Midcycle pericoital intravaginal bee honey and royal jelly for male factor infertility. *International Journal of Gynecology and Obstetrics*, 2008, 101: 146-149.
- [27] Barker S. Royal jelly. *Nature*, 1959, 183: 199.
- [28] 茹清静. 蜂王浆活性成分与护肝机理研究. 杭州科技, 2002(1): 36-37.
- Ru Q J. Study on the active components and liver-protecting mechanism of royal jelly. *Hangzhou Science and Technology*, 2002(1): 36-37. (in Chinese)

(责任编辑 周晓艳)