

饲粮蛋白质水平对蜂群繁殖性能的影响^{*}

王改英^{**} 杨维仁 胥保华^{***}

(山东农业大学动物科技学院 泰安 271018)

摘 要 本试验旨在研究饲料蛋白质水平对蜜蜂产浆期繁殖性能的影响。选择 35 群群势、蜂王年龄和质量一致的意大利蜜蜂 *Apis mellifera* L., 随机分为 7 组, 分别饲喂蛋白质水平为 15%、20%、25%、30%、35% 及 40% 的试验饲粮并以油菜花粉作为对照, 测定各组蜂群的繁殖性能。结果表明, 试验前期, 饲粮蛋白质水平对蜂群群势有显著性影响, 然而在试验中后期, 则无显著影响 ($P > 0.05$); 随着饲粮蛋白质水平的增加, 蜂王产卵力和工蜂初生重呈先升高后降低的变化趋势, 与对照组相比差异不显著 ($P > 0.05$)。

关键词 蛋白质饲粮, 群势, 初生重, 产卵力

Effects of dietary protein levels on the reproductive performance of honeybee colonies

WANG Gai-Ying^{**} YANG Wei-Ren XU Bao-Hua^{***}

(College of Animal Science, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China)

Abstract The effect of dietary protein levels on the reproductive performance of honeybees was investigated experimentally. 35 *Apis mellifera* L. colonies of equal size, queen quality and age were randomly divided into 7 groups. Six groups were fed one of six experimental diets containing different concentrations of protein (15%, 20%, 25%, 30%, 35% and 40%) and the other, the control, was fed rape pollen. We measured the reproductive performance of each colony. The results show that dietary protein had a significant effect on population size in the earlier stages of colony development, but not in the mid to late stages. Although queen fecundity and birth weight of workers first increased, then decreased, with increasing dietary protein neither parameter differed significantly from the control ($P > 0.05$).

Key words protein diet, bee population, birth weight, fecundity of queen

蜜蜂为了维持正常的生长、发育和繁殖必须不断从外界获取蛋白质饲料, 作为生命活动的物质基础。自然状态下, 蜜蜂从花粉中得到蛋白质、脂类、固醇类、维生素、矿物质和某些碳水化合物 (Abd El-Wahab and Gomaa, 2005), 由于花粉在一些国家地区只能季节性的生产利用, 不同植物的花粉其营养价值不同, 且花粉作为蜜蜂饲料易感染疾病, 所以面对这种情况, 花粉替代品的生产和利用显得尤为重要 (Abbas *et al.*, 1995; 周冰峰, 2002)。虽然人类养蜂历史悠久, 研究蜜蜂生物学和饲养技术也日趋增加, 但迄今为止, 对蜜蜂营养需要的研究却无人报道。本研究拟在以不同蛋白

质浓度的全价人工配合饲料饲喂意大利蜜蜂, 通过测定蜂群繁殖性能, 探讨不同蛋白质营养水平对蜜蜂个体发育及整个蜂群的影响, 为蜂群健康繁殖、养蜂生产实践提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫与饲料

意大利蜜蜂 *Apis mellifera* L.; 油菜花粉、荆条蜜、蔗糖, 以大豆粕、玉米蛋白粉、花生分离蛋白为蛋白质源, 设计 6 个不同蛋白质水平饲粮 (15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%)。试验日粮组成及营养水平见表 1。

^{*} 资助项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (200903006)、现代农业蜂产业技术体系建设专项资金 (NYCYTX-43)。

^{**} E-mail: gaiyingw@163.com

^{***} 通讯作者: E-mail: bhxu@sdau.edu.cn

收稿日期: 2011-04-18, 接受日期: 2011-06-20

1.2 主要仪器及试剂

蜂王产卵控制器、脱粉器、电子分析天平 (FA2104A)。

1.3 试验设计与饲喂方法

试验采用单因子随机分组设计,将 35 群蜂王年龄、蜂群内部状况 (卵、幼虫、蛹及成蜂等) 一致的意大利蜜蜂随机分为 7 组,每组 5 群,每群为一个重复。设 6 个试验组,分别饲喂 6 种不同蛋白水平饲料,并用 A、B、C、D、E、F 表示;一个对照组,饲喂油菜花粉,用 G 表示。

将 6 种不同蛋白质水平的配合饲料及油菜花

粉,分别按饲料 (配合饲料、油菜花粉):糖:蜜为 1:1:0.2 的比例混匀后分别放入干净容器内,加入适量饮用水,反复揉搓,直到无块状能攥成团状为止,盖上干净的塑料布过夜,使水分被充分吸收 (肖培新和胥保华,2010)。

试验选择在蜜蜂产浆期 8 月上旬—9 月中旬进行。因试验期间外界无蜜但有粉源,所以整个试验期间试验蜂群安装脱粉器,并奖励饲喂糖水,以刺激产浆积极性。将饲料制成饼状,每群每次饲喂 500 g,放置在隔王板上供蜜蜂采食,每 3 d 观察 1 次,吃完再加并及时清理剩余发霉饲料。

表 1 试验日粮组成及营养水平 (风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of experimental diets (air dry basis) (%)

项目 Items	组别 Groups					
	A	B	C	D	E	F
原料 Ingredients						
大豆粕 Soybean meal	18.00	24.80	35.00	44.00	50.20	59.40
玉米粉 Corn	31.00	23.00	20.00	16.00	10.00	4.00
花生分离蛋白粉 Peanut protein isolate	0	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
玉米蛋白粉 Corn gluten meal	8.60	12.00	10.00	9.00	11.00	12.00
白砂糖 Sucrose	40.40	37.20	30.00	24.00	19.80	14.60
柠檬酸钠 Sodium citrate	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
预混料 Premix ¹⁾	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
磷酸氢钙 CaHPO ₄ ·2H ₂ O	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels ²⁾						
总能 GE (gross energy) (MJ/kg)	17.04	17.25	17.31	17.41	17.60	17.74
粗蛋白 CP (crude protein)	14.97	20.08	25.93	29.92	35.31	40.26
钙 Ca	0.21	0.22	0.25	0.28	0.29	0.32
磷 P	0.18	0.20	0.21	0.22	0.24	0.26

注: ¹⁾ 预混料可为每千克全价料提供 the premix provides following per kg diet: VA 5 000 IU; VB₁ 5.5 mg; VB₂ 7.7 mg; VC 285 mg; VE 480 mg; VD 2 000 IU; VB₆ 7 mg; 叶酸 folic acid 21 mg; 烟酸 niacin 18 mg; 肌醇 inositol 327 mg; 抗氧化剂 BHT antioxidant 24 mg; Mn 20 mg; Fe 100 mg; Zn 15 mg.

²⁾ 粗蛋白质为实测值,其他营养水平为计算值。Values of CP are measured, and other nutrient levels are calculated values.

1.4 测定指标及方法

1.4.1 蜂群群势的测定 试验开始前将各蜂群群势调整一致 (基本为 11.7 框),以后每隔 12 d 用目测法估出各群蜂量,测群势一般选择在晴天早晨,防止蜜蜂聚集一块或飞出采集影响估测结果。

1.4.2 蜂王产卵力的测定 采用蜂王产卵控制器将蜂王限制在经蜂群清理 12 h 以上的空脾上产卵,限制 24 h 后,即将蜂王释放,把控制器取下,用

直尺量出蜂王在空脾上的产卵面积。

1.4.3 工蜂初生重的测定 将测完产卵面积的子脾放入蜂群,待工蜂羽化后,每群随机采集 40 只刚羽化出房的工蜂,用电子分析天平 (0.0001 g) 称其初生重。

1.5 数据处理

试验数据用平均值 ± 标准误 (± SE) 表示,数据统计采用 SAS (V 8) 统计软件 ANOVA 法进行单

因子方差分析,平均数进行 Duncan 氏法进行多重比较,显著水平 $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 饲粮蛋白质水平对蜂群群势的影响

由表 2 可知,蛋白质水平对蜜蜂产浆期蜂群群势影响不显著($P > 0.05$),在试验进行的整个过程,蜂群群势随着时间的延长呈现逐渐下降的趋势。在试验前期,对照组显著高($P < 0.05$)于 25%、35% 和 40% 蛋白质饲粮组,与 15%、20% 和 30% 蛋白质饲粮组差异不显著($P > 0.05$),直到试验中期及后期,对照组与蛋白质饲粮组差异不显著($P > 0.05$)。

表 2 饲粮不同蛋白质水平对蜂群群势的影响

Table 2 Effects of dietary different protein levels on bee population

组别 Groups	群势 Bee population/frame		
	前期 Early stage	中期 Middle stage	后期 Late stage
A	11.60 ± 0.05 ^a	11.26 ± 0.07	9.60 ± 0.10
B	11.50 ± 0.06 ^{ab}	11.25 ± 0.25	9.87 ± 0.12
C	11.10 ± 0.06 ^c	11.08 ± 0.04	9.40 ± 0.19
D	11.48 ± 0.14 ^{ab}	11.24 ± 0.11	9.70 ± 0.30
E	11.26 ± 0.12 ^{bc}	11.20 ± 0.12	10.10 ± 0.33
F	11.24 ± 0.11 ^{bc}	11.17 ± 0.11	9.70 ± 0.12
G (Control)	11.67 ± 0.09 ^a	11.22 ± 0.08	9.70 ± 0.20

注:同列数据后肩标不同字母表示差异显著($P < 0.05$),相同字母或不标表示差异不显著($P > 0.05$)。下表同。

Data followed by different letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

2.2 饲粮蛋白质水平对蜂王产卵力的影响

从表 3 可以看出,饲喂不同蛋白质水平饲粮组蜂王产卵力与对照组相比差异不显著($P > 0.05$),但 30% 蛋白质饲粮组明显高于其他蛋白质饲粮组和对照组,且显著($P < 0.05$)高于 15%、20%、35% 和 40% 蛋白质饲粮组,与 25% 蛋白质饲粮组差异不显著($P > 0.05$);除了 25% 和 30% 蛋白质饲粮组,其他蛋白质饲料组蜂王产卵力都明显低于对照组。

2.3 饲粮蛋白质水平对工蜂初生重的影响

由表 3 可知,饲粮蛋白质水平对蜜蜂产浆期工蜂初生重影响不显著($P > 0.05$),各蛋白质饲料

表 3 饲粮不同蛋白质水平对蜂王产

卵力及工蜂初生重的影响

Table 3 Effects of dietary different protein levels on fecundity of queen and birth weight of work bees

组别 Groups	产卵面积 Fecundity of queen (cm ²)	初生重 Birth weight (mg/bee)
A	347.50 ± 88.21 ^{bc}	111.14 ± 3.14
B	344.56 ± 34.61 ^{bc}	110.22 ± 3.21
C	454.60 ± 66.15 ^{ab}	112.43 ± 2.54
D	564.81 ± 84.13 ^a	113.40 ± 2.81
E	227.56 ± 44.49 ^c	112.19 ± 2.74
F	307.00 ± 6.10 ^{bc}	109.32 ± 2.11
G (Control)	421.00 ± 29.29 ^{abc}	114.31 ± 3.11

组与对照组相比差异不显著($P > 0.05$),饲喂不同蛋白质水平饲料组的工蜂初生重均低于对照组,且随着饲料中蛋白质水平的增加,工蜂初生重呈现先升高后降低的变化趋势。

3 讨论

3.1 饲粮蛋白质水平对蜂群群势的影响

群势是指一群蜜蜂中工蜂个体的数量,是反映蜂群繁殖力和生产力的主要指标。蜂群群势随气候和蜜蜂源等周期性改变而有规律的变化,影响蜂群群势的因素很多,内部因素主要有蜂王产卵力、工蜂哺育力及寿命等(周冰峰,2002),外在因素主要有病害、农药、环境、营养状况等,这些因素单独或相互结合影响着蜂群(Vanengelsdorp and Meixner, 2010),蜜蜂群势的强弱是养蜂业是否优质高产的基础。

夏季气温高、蜜粉源少、敌害多、蜜蜂的死亡率超过繁殖率,到秋季来临时,群势将逐渐衰退,正如本试验研究结果,蜂群群势随着时间的延长呈现逐渐下降的趋势,再加上蜂王浆的生产,消耗大量劳动力,因此到试验后期,蜂群群势下降明显。前人研究在相同季节和环境条件下,饲料是影响蜜蜂寿命的关键因素(张中印和陈崇糕,2003),从而影响到蜂群群势。因此,饲粮营养价值的高低也是影响蜂群群势的关键因素,本试验研究结果表明,不同蛋白质浓度饲粮对蜂群群势的影响差异不显著,可能是因为群势受各种因素的影响调控,从而对饲粮中蛋白质浓度的影响显得并不敏感。

3.2 饲料蛋白质水平对蜂王产卵力的影响

蜂王通过其产卵力和信息素的分泌直接影响蜂群的繁殖力和生产力,并维持蜂群正常的生活秩序。影响蜂王产卵力的因素很多,如遗传因素;内在因素如个体年龄及体重;外在因素如营养质量及季节等(Arcila *et al.*, 2002)。蜂王产卵力从一定程度上能反映蜂群群势,而蜂群营养状况影响蜂群繁育能力,如果蜂群营养不良,蜂王卵巢的卵巢管数和卵巢的发育会降低,产卵率下低(约翰·布莱克和李继莲,2007),而高蛋白饲料能促进卵巢发育(Human *et al.*, 2007)。本试验研究结果表明,当饲料中蛋白质含量从15%增加到30%时,蜂王产卵力逐渐提高,并以蛋白质含量为30%时蜂王产卵力最高,但与25%蛋白质饲料组差异不显著($P > 0.05$),均明显高于对照组,之后随着蛋白质水平的增加,蜂王产卵力反而呈下降趋势,说明饲料中蛋白质水平从某种程度上影响卵巢发育。建议在配制蜜蜂人工蛋白质饲料时,在满足蜂王营养需要的基础上,蛋白质水平不宜过高,以免过高的蛋白质营养水平导致工蜂产卵。

3.3 饲料蛋白质水平对工蜂初生重的影响

工蜂初生重是衡量蜜蜂个体质量的重要指标(程艳华等,2008)。蜜蜂初生重由种性决定,同时还受巢房大小、蜂群群势、哺育蜂数量、季节和蜜粉储备量等因素的影响(刘先蜀,2002)。蛋白质饲料对工蜂的影响主要体现在幼虫期的营养供给上,幼虫发育需要高浓度的含氮物(do Carmo Zerbo *et al.*, 2001),而工蜂初生重在一定程度上反映了蜜蜂幼虫期的营养吸收及发育状况。蜜蜂体重特别是出房后的蜜蜂体重,受蜂群营养状况的影响很大,所以初生重可以从一定程度上反映蛋白质饲料的优劣(约翰·布莱克和李继莲,2007;罗建能等,2009)。

罗建能等(2009)研究发现饲喂纯花粉与饲喂大豆粉相比,其所育工蜂初生重差异不显著,但与饲喂鲜牛奶相比,差异显著;程艳华等(2008)研究表明饲喂100%茶花粉与饲喂“75%茶花粉+25%黄豆粉”相比,其所育工蜂初生重差异不显著,但与100%黄豆粉相比,差异极显著,说明饲料蛋白质含量和质量影响工蜂初生重。本试验结果显示,蛋白质饲料对工蜂初生重的影响不明显,与对

对照组相比差异不显著($P > 0.05$),说明饲料中蛋白质水平对蜜蜂初生重影响极小,按照蜂花粉的营养成分含量配制的蛋白质饲料在养蜂生产中完全能够代替蜂花粉。

参考文献(References)

- Abbas T, Hasnain A, Ali R, 1995. Black gram as a pollen substitute for honey bees. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 54(1): 357—359.
- Abd El-Wahab TE, Gomaa AM, 2005. Application of yeast culture as pollen substitute in feeding honey bee. *J. Appl. Sci.*, 1(5):386—390.
- Arcila AM, Ulloa-Chacon P, Gomez LA, 2002. Factors that influence individual fecundity of queens and queen production in crazy ant *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 39(2):323—334.
- do Carmo Zerbo A, Silva de Moraes RL, Brochetto-Braga MR, 2001. Protein requirements in larvae and adults of *Scaptotrigona postica* (Hymenoptera: Apidae [correction of Apidia], Meliponinae): midgut proteolytic activity and pollen digestion. *Comp. Biochem. Phys. B.*, 129(1): 139—147.
- Human H, Nicolson SW, Strauss K, Pirk CWW, Dietemann V, 2007. Influence of pollen quality on ovarian development in honeybee workers (*Apis mellifera scutellata*). *J. Insect Physiol.*, 53(7):649—655.
- Vanengelsdorp D, Meixner MD, 2010. A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *J. Invertebr. Pathol.*, 103(1):s80—95.
- 程艳华, 刘亚男, 胡福良, 郑火青, 金水华, 2008. 蛋白质营养水平对工蜂初生重和咽下腺发育的影响. 四川农业大学学报, 59(12):11—13.
- 刘先蜀, 2002. 蜜蜂育种技术. 北京:金盾出版社. 25—26.
- 罗建能, 沈生初, 金汤东, 2009. 蜜蜂蛋白质饲料对工蜂初生重和蜂王浆生产的影响研究. 浙江畜牧兽医, 34(5): 5—6.
- 肖培新, 胥保华, 2010. 不同人工代花粉对蜂群群势和生产性能的影响. 昆虫知识, 47(5):900—903.
- 约翰·布莱克, 李继莲, 2007. 蜜蜂的营养. 中国蜂业, 58(8):44—46.
- 张中印, 陈崇糕, 2003. 中国实用养蜂学. 河南:河南科学技术出版社. 35—37.
- 周冰峰, 2002. 蜜蜂饲养管理学. 厦门:厦门大学出版社. 11—101.