

蜜蜂 (*Apis mellifera*) 群体花粉补充日粮的评价及其对某些生物活性的影响

塔德尔·阿莱穆·亨德

埃塞俄比亚 霍莱塔 霍莱塔蜜蜂研究中心 奥罗米亚农业研究所

摘要: 蜜蜂在枯竭期补充饲料的质量影响蜂群的发育和强度。实验在 Holeta Bee Research Center 的 Gedo 分站进行, 以考察蜜蜂群体的消耗率以及不同豆类作为花粉补充物对蜂巢面积、花粉和花蜜储存、群体生长以及蜂蜜产量的影响。饲料类型的选择是根据当地养蜂人自制的饲料和面粉的初步筛选信息进行的。蜂群被提供了大豆(大豆)、鹰嘴豆(鹰嘴豆)和豌豆(豌豆)的花粉补充物, 而对照组没有提供花粉补充物。补充花粉的饲料消耗量平均数据显示, 蜂群每天最多消耗大豆饲料(284克), 其次是鹰嘴豆(252.27克)和豌豆(223.63克)。结果表明, 在饲喂大豆粉的蜜蜂群体中, 观察到最高的孵化面积(300.66 cm²/群体)、花粉面积(219.93 cm²/群落)、花蜜面积(258.96 cm²/种群)、被蜜蜂覆盖的框架数(9.4个/群体)和产蜜量(11.5 kg/群体), 在对照组中检测到被蜜蜂覆盖的帧数和蜂蜜产量。结果清楚地表明, 补充饲喂可以增加蜜蜂种群, 以便在缺水期存活, 提高蜂群性能。因此, 作者建议商业化生产和大规模利用大豆饲料, 以便在花期持续繁殖和建立蜂群。

关键词: 花粉; 蜜蜂; 补充饲料; 豆类; 菌落性能

Evaluation of Pollen Supplementary Diets for Honeybee (*Apis mellifera*) Colonies and Their Effects on Some Biological Activities

Tadele Alemu Hunde

Oromia Agricultural Research Institute, Holeta Bee Research Center, Holeta, Ethiopia

Abstract: The quality of the supplemental diet fed to honeybee colonies during dearth period influences the development and strength of the colony. The experiment was performed at Gedo sub site of Holeta Bee Research Center to examine the consumption rate and the effect of different pulses as pollen supplement for honeybee colonies on brood area, pollen and nectar storage, colony population growth as well as honey production. Selection of feed types was made based on information from home-made diets produced by locally beekeepers and preliminary screening of the flour. Honeybee colonies were provided with pollen supplement of soybean (*Glycine max*), chickpea (*Cicer arietinum*) and Pea (*Pisum sativum*), whereas no pollen supplement was provided to the control group. Pollen supplemented fed consumption mean data showed that soybean feed was maximally consumed (284 gm) by honeybee colonies per day and followed by chickpea (252.27 gm) and pea (223.63 gm). The result indicated that the highest brood area (300.66 cm²/colony), pollen area (219.93 cm²/colony), nectar area (258.96 cm²/colony), number of frames covered with bees (9.4 per colony) as well as honey yield (11.5 kg per colony) was observed in honey bee colonies fed with soybean flour, while the least amount of brood, pollen, and nectar area, number of frames covered with bees and honey yield was detected in the control group. The results clearly demonstrated that supplementary feeding increased honeybee population for the survival of dearth period and better colony performance. Thus, the author recommend the commercial production and large scale utilization of soybean diet for the sustained reproduction and buildup of honeybee colonies during floral dearth period.

Keywords: Pollen; *Apis mellifera*; Supplementary feed; Pulses; Colony performance

1. 简介

蜜蜂花粉补充饮食的开发一直是养蜂业好奇的领域。因此,由花粉和花蜜提供的适当营养对蜜蜂的健康、发育、生存和蜂蜜生产至关重要^[1]。花粉是蜂群蛋白质的主要来源^[2],用于喂养新饲养的幼虫和幼蜂,以提供肌肉和腺体的结构元素。特别是,成年工蜂在出苗后的头几天摄入了大量花粉,使它们能够发育出下颌腺和下咽腺,从而产生蜂王浆来喂养新培育的蜂群和其他蜂群成员^[3-5]。

蜜蜂需要花蜜作为碳水化合物来源,花粉作为蛋白质、氨基酸、脂肪、糖、淀粉、维生素和矿物质来源,以维持蜂巢的功能并激发觅食飞行^[6, 7]。工蜂体内没有足够的蛋白质储备,因此它们需要根据年龄每天摄入3.4-4.3毫克花粉,以达到这种营养缺乏的目的^[3]。或多或少,蜜蜂所需的所有蛋白质和维生素都来源于环境中没有花粉时蜂巢内作为蜂面包储存的花粉^[1, 8]。蜂群通过花粉接收的蛋白质数量可以影响蜜蜂的生理学和存活能力^[9]。因此,在花粉有限的条件下饲养的幼虫可能会显示出体重增加较小、寿命较短、觅食行为减少,以及它们有效沟通食物资源的能力^[10]。此外,花粉短缺会导致育苗减少、发育异常和蜂蜜产量下降^[11, 12]。因此,在缺乏天然花粉源的情况下,非天然花粉饮食可以补充蜂群^[8],这对幼蜂的生长、育雏、繁殖和蜂群的维持^[13, 14]以及蜂蜜的生产非常重要^[15]。因此,当天然花粉供应不足以促进蜂群发育和健康时,应向养蜂人提供有效的花粉补充饮食^[16]。因此,本研究的目的是通过测量三种花粉补充饮食的消耗率和当地蜜蜂群体的不同生物学参数来评估其效果。

2. 材料和方法

2.1 研究区域

实验于2020年9月至2021年8月在Holeta蜜蜂研究中心的Gedo蜂房进行。蜂房的确切位置位于北纬9° 01' 504",东经37° 26' 109",海拔2437米。在活跃季节开始(9月),20个当地蜜蜂(*Apis mellifera*)蜂群从传统蜂巢转移到赞德蜂巢,并在第一年内建立。从20个已建立的蜂群中,15个蜂群被分配用于补充饮食。随后,将一组其他五个菌落作为对照组。为了保持一致性,每个蜂群包含相等数量的密封和未密封的工蜂、花粉、花蜜和被蜜蜂覆盖的框架。这些选择的菌落被随机分配到三种花粉补充饮食(每种饮食五个菌落),每个菌落都被编号和标记。在第二年的缺水期开始收集每个蜂群的数据。

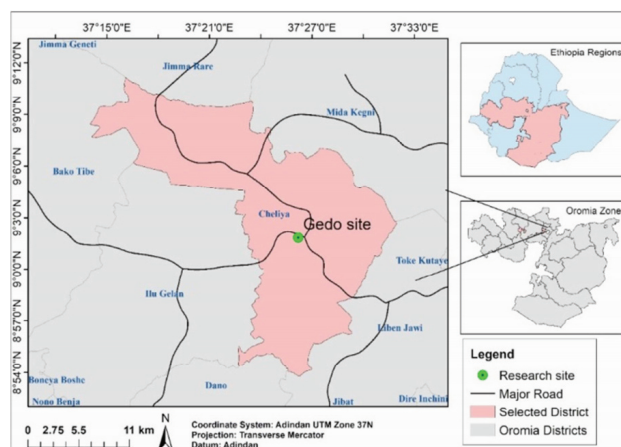


Figure 1. Map of the study area.

图1 研究区域地图

2.2 花粉补充饲料的选择与制备

饲料材料的选择是根据养蜂人在当地生产的自制饲料的信息,并考虑到蜜蜂的营养需求。选择的材料是大豆(大豆)、鹰嘴豆(鹰嘴豆)和豌豆(豌豆)。选择这三种脉冲进行本研究是因为它们在研究区域内易于获得且价格合理。豆类粉是在烘烤的过程中制备的,豆类的皮剥落并磨碎,使其质地和相容性为蜜蜂所接受。

面粉的喂食是在外部进行的,以便蜜蜂像采集天然花粉一样容易采集。蜜蜂天生需要嗡嗡叫来收集粉状物质,这是一种简单的方法,并且消耗最少的时间和劳动力^[15]。2021年3月1日至2021年8月25日,对实验群体进行补充喂养。在研究区域,3月至5月为旱季,7月至8月为雨季。从每种饮食中,将500g倒入(1m x 1m)的帆布上,并在实验期间在同一养蜂场的不同地点每周放置在实验菌落中间三天,以避免抢劫。每天下午早些时候,通过计算喂食前和喂食后的饮食重量差异(单位:克/实验菌落)来测量每种饮食的消耗率。

2.3 实验菌落不同属性的测量

每21天测量一次菌落中有盖和无盖的卵占据的梳子面积,方法是在每一个卵梳子的每一侧覆盖一个预先标记的5cm x 5cm的网格,并目视求出卵覆盖的面积^[17]。总孵化种群是根据孵化梳占据的总面积计算得出的。除此之外,还用同样的方法测量了花粉和花蜜储藏所占据的梳子面积,并估算了储藏容量。此外,平均蜜蜂数量是通过蜜蜂覆盖的框架数量来测量的^[7]。每21天通过测量完全被蜜蜂覆盖的总框架数来估计成年蜜蜂的数量。

2.4 蜂蜜生产

在花蜜流动季节结束时收集了以千克/菌落为单位的蜂蜜产量数据,以比较饲喂花粉补充饲料的菌落与对照

菌落的蜂蜜产量，以调查本研究中使用的花粉补充饲料对蜂蜜产量的影响^[18]。

2.5 数据分析

使用单因素方差分析 (ANOVA) 评估处理对窝、花粉和花蜜面积属性的影响，使用 Tukey Honest 显著性差异检验 (TSD 检验) 分离平均值，并使用描述性统计评估食物消耗率、蜜蜂种群强度和蜂蜜产量。

3. 结果和讨论

3.1 饮食消耗率

研究了三种花粉补充日粮在蜜蜂、蜜鼠蜂群中的功效，以确定日粮消耗率，以及它们对工蜂产卵面积、花粉面积、花蜜面积、成年蜜蜂种群和蜂蜜产量的影响。图3显示了两个缺水期使用的每种饲料类型的平均消耗率。在旱季的前三个月 (3-5月)，观察到每种饲料的消耗率略有增加。雨季 (7月至8月) 与旱季 (图3) 的趋势相似。然而，由于从5月底到6月底，田间可获得天然花粉，花粉补充饮食消耗逐渐减少。在这两个缺水时期，蜂群都被吸引，更喜欢吃大豆，而不是鹰嘴豆和豌豆。然而，在整个研究期间，饮食豌豆的消耗率被记录为本研究的最后一个排名顺序。目前的研究结果与 Ofijan^[19] 的研究结果相一致，Ofijan^[19] 报告说，与其他饲料相比，大豆更可口，蜜蜂更容易食用，尤其是在野外天然花粉供应稀少或不可用的情况下。因此，蜜蜂更喜欢通过评估



图2 蜂群花粉补充饲料的喂养 (A. 工蜂以鹰嘴豆花粉补充饲料喂养, B. 工蜂在补充饲料喂养期间在后腿上填充花粉, C. 蜜蜂收集花粉)

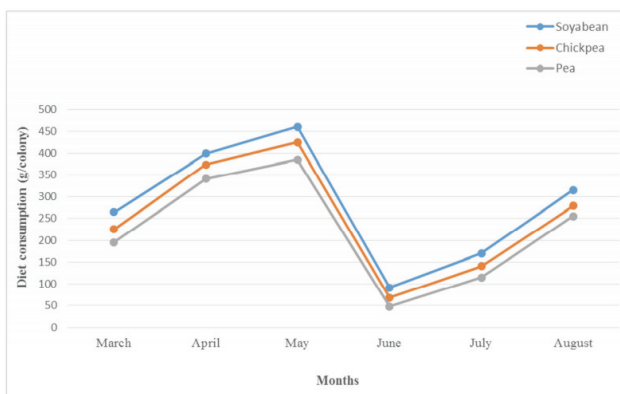


图3 花粉补充饲料消耗率 (克)

提供给它们的饲料的营养成分来提供正确比例的营养素，以达到最大的生存和稳态。此外，DeGrandi Hoffman 等人^[7]表明，即使在消耗率相当的情况下，日粮中营养成分的差异，以及工蜂对营养物质的消化率和可获得性，也会影响可产生的窝数。

3.2 花粉补充日粮对封闭育雏区的影响

表1中的结果表明，所有经评估的花粉补充剂处理的菌落和对照菌落之间的育雏活动存在极其显著的差异。结果清楚地表明，饲喂饲料大豆的群体产生的封闭工蜂窝率最高，平均值为 $300.66 \pm 15.14 \text{ cm}^2/\text{群体}$ ，其次是饲喂鹰嘴豆和豌豆，平均值分别为 266.93 ± 12.63 和 $243.63 \pm 10.69 \text{ cm}^2/\text{群}$ 。对照组的孵化率最低，平均为 $78.76 \pm 5.06 \text{ cm}^2/\text{菌落}$ 。目前的发现与 Sabir 等人^[21]一致，他们报告说大豆产品是花粉补充剂的良好替代品，对育苗活动有积极影响。此外，Abusabbah 等人^[22]通过单独或与其他面粉混合饲喂大豆粉获得的结果表明，在花粉短缺期间，大豆粉有很大的潜力提高菌落维持和繁殖。此外，Sihag 和 Gupta^[23]、Lamontagne Drolet 等人^[24]和 Islam 等人^[25]也报告说，蜜蜂在食用各种花粉补充食物后，增加了密封育雏区的表面。类似地，Abd El Wahab 等人^[6]发现，与未喂养的蜂群相比，补充喂养的蜂巢中的密封孵卵面积增加。

3.3 花粉补充日粮对蜂面包和蜂蜜贮藏的影响

表1中列出的数据显示，所有试验菌落与对照菌落之间的花粉储存量存在显著差异。因此，饲喂大豆的菌落显著产生最高的花粉储存率，平均值为 $219.93 \pm 11.18 \text{ cm}^2/\text{菌落}$ ，其次是饲喂鹰嘴豆和豌豆，平均值分别为 202.63 ± 10.16 和 $179.70 \pm 8.07 \text{ cm}^2/\text{菌落}$ 。未饲养对照菌落的花粉储存率最低，平均为 $57.20 \pm 6.07 \text{ cm}^2/\text{菌落}$ 。框架上的平均花蜜面积如表1所示。最大花蜜储存量 ($258.96 \pm 25.53 \text{ cm}^2$) 出现在喂食大豆粉的框架上，但对对照菌落储存的花蜜较少，平均值为 ($61.03 \pm 9.12 \text{ cm}^2$)。这一发现表明，在所有喂养和未喂养的对照群体中，花粉和花蜜的平均储存量存在显著差异。目前的研究结果与 Prakash 等人^[26]一致，他们报告说，从实验开始到结束，饲喂大豆粉持续增加了花粉的储存量，并比对照组大得多。Sihag 和 Gupta^[23]和 Pýtruicā 等人^[27]也报道了补充花粉后，蜂群的花粉贮藏能力优于对照。这些发现表明，这些蜂群不断地繁殖和繁殖更多的后代，并觅食额外的花粉和花蜜。此外，萨默维尔和柯林斯^[28]认为，在天然花粉稀缺的时候，用花粉补充剂维持的蜂群能够更好地繁殖更多的后代，并尽早收集多余的花蜜。

表1 三种花粉补充饮食对蜜蜂群落生物活性的影响

Diets	Brood area ± SE	Pollen area ± SE	Nectar area ± SE
Soybean	300.66 ± 15.14 ^a	219.93 ± 11.18 ^a	258.96 ± 25.53 ^a
Pea	243.63 ± 10.69 ^b	179.70 ± 8.07 ^b	214.37 ± 19.72 ^a
Chickpea	266.93 ± 12.63 ^{ab}	202.63 ± 10.16 ^{ab}	225.63 ± 21.93 ^a
Control	78.76 ± 5.06 ^c	57.20 ± 6.07 ^c	61.03 ± 9.12 ^b

The different small letter within each column represents statistically significant differences (p<0.05).

3.4 花粉补充日粮对蜜蜂力量的影响

观察并记录了补充花粉喂养对工蜂覆盖的蜂框数量的影响。结果表明，无论不同的饲养期，饲喂大豆的群体被蜜蜂覆盖的框架数最高（9.4），这与所有其他处理相比具有统计学意义。食用鹰嘴豆和豌豆的群体分别有7.3和6.4个框架被工蜂覆盖（图4）。对于饮食鹰嘴豆和饮食豌豆，蜜蜂覆盖的框架数没有显著差异，而对照菌落的值最低（4.9）。结果与Moustafa^[29]、Saffari等人^[30]和Sihag和Gupta^[14]的发现一致，他们观察到，与未补充的对照菌落相比，补充饮食产生更多的蜜蜂框架。Kumer和Agrawal^[31]也报告说，给蜜蜂喂食富含蛋白质的食物会对框架覆盖的蜜蜂数量产生积极影响。萨默维尔^[32]发现，与其他蜂食材料相比，豌豆、鹰嘴豆和大豆粉的蛋白质含量相对较高，且在当地可获得，因此作为花粉补充食物更受欢迎。根据Vollmann^[33]，大豆含有大量蛋白质，约占35-52，其次是绿豆（27.2）和鹰嘴豆（22.7）。正如Saleem等人^[34]所述，由补充维生素B复合物和蛋氨酸的大豆粉制成的膳食被证明是加强蜂群的最佳膳食。一般来说，在不同时期补充喂养的蜂群比未喂养的对照蜂群产生的工蜂数量要多得多^[25]。

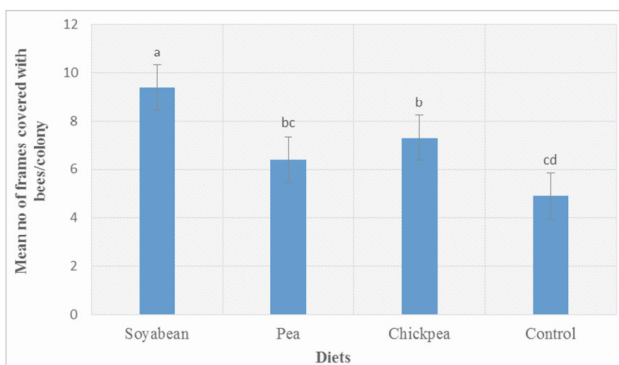


图4 蜜蜂/蜂群覆盖的平均帧数

3.5 花粉补充日粮对蜂蜜生产的影响

分析了食用不同日粮后每个群体的蜂蜜产量。与未饲喂的对照菌落（每菌落3.5 kg）相比，饲喂大豆的菌落产生最大蜂蜜产量（每菌落11.5 kg），其次是鹰嘴豆（8.4 kg）和豌豆（6.9 kg）（图5）。目前的研究结果与Ullah等人^[35]的研究结果一致，他们发现食用大

豆的菌落比未食用的对照菌落产生的蜂蜜多得多。根据Silva^[36]、DeGrandi Hoffman等人^[7]，以及Kumar和Agrawal^[37]，与未饲喂的对照菌落相比，饲喂人工饲料的菌落产生更多的蜂蜜产量。Abdellatif等人^[38]还报告说，在缺水期为蜂群提供花粉补充饲料可提高后续蜂蜜流动季节的蜂蜜产量。辛格^[39]建议，为了提高蜂蜜产量，在花蜜流动之前保持健康的蜂群，因为蜜蜂流动季节之前蜂群中工蜂的强度被认为是影响蜂蜜产量的最重要因素之一。此外，Chhuneja等人^[40]报告说，花粉补充饮食的消耗量越高，后代的产量越高，人口越多的群体产生的蜂蜜也明显越多。

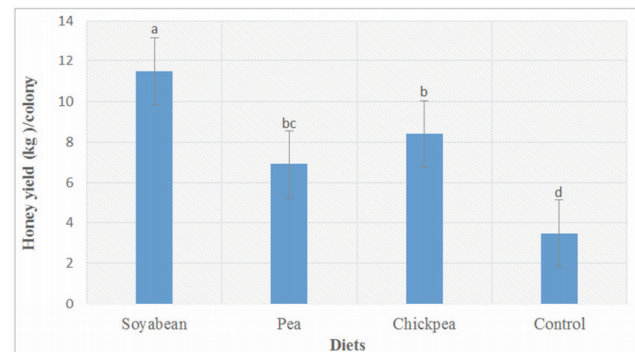


图5 蜂蜜的平均产量（kg/菌落）

4. 结论

可以得出结论，在缺水期，应向蜂群提供花粉补充饮食，以便在下一个蜂蜜流动季节保持蜂群的强度。因此，获得的结果表明，日粮大豆被发现对获得最大的蜜蜂强度和蜂蜜产量非常有用。因此，作者建议大规模利用日粮大豆，以便在缺水期持续繁殖和建立蜂群。

致谢

作者对埃塞俄比亚农业研究所（EIAR）为该研究提供的财政支持深表感谢。提交人还感谢Taye Negara先生和Shimu Debela先生的支持。还特别感谢Tesfaye Teshome先生和Terefe Chimdi先生在完成这项实验过程中毫不犹豫地进行了技术合作。

参考文献：

- [1] Brodschneider, R. and Crailsheim, K. (2010). Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*, 41: 278-294.
- [2] Buchmann, L. S and Orourke, K. M. (2011). Importance of pollen grain volumes for calculating bee diets. *GRANA* 30: 591-595.
- [3] Crailsheim, K., Schneider, L. H. W., Hrassnigg, N., B ü hlmann, G., Brosch, U., Gmeinbauer, R., and Schoffmann, B. (1992). Pollen consumption and utilization in worker

honeybees (*Apis mellifera carnica*): Dependence on individual age and function. *J Insect Physiol.*, 38: 409–419.

[4] Hrassnigg, N., and Crailsheim, K. (1998). Adaptation of hypopharyngeal gland development to the brood status of honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Journal of Insect Physiology* 44: 929–939.

[5] Lass, A., and Crailsheim, K., (1996). Influence of age and caging upon protein metabolism, hypopharyngeal glands and trophallactic behavior in the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Insectes Sociaux* 43: 347–358.

[6] Abd El-Wahab, T. E., Ghania, A. M. M., and Zidan, E. W. (2016). Assessment a New Pollen Supplement Diet for Honey Bee Colonies and Their Effects on some Biological Activities. *International Journal of Agricultural Technology*, 12 (1): 55–62.

[7] DeGrandi-Hoffman, G., Wardell, G., Ahumada-Segura, F., Rinderer, T., Danka, R., and Pettis, J. (2008). Comparisons of pollen substitute diets for honey bees: consumption rates by colonies and effects on brood and adult populations. *Journal of Apicultural Research* 47: 265–270.

[8] Mattila, H. R., and Otis G. W. (2006). Influence of Pollen Diet in spring on Development of Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) Colonies. *J. Econ. Entomol.* 99: 409–419.

[9] Frias, B. E. D., Barbosa, C. D., and Lourenco, A. P. (2016). Pollen nutrition in honey bees (*Apis mellifera*): impact on adult health. *Apidologie*, 47: 15–25.

[10] Scofield, H. N., and Mattila, H. R. (2015). Honey bee workers that are pollen stressed as larvae become poor foragers and waggle dancers as adults. *PLoS One* 10: e0121731.

[11] Kleinschmidt, G. J., and Kondos, A. C. (1978). The effect of dietary protein on colony performance. *The Australasian Beekeeper*, 79: 251–257.

[12] Winston, M. L., Chalmers, W. T., and Lee, P. C. (1983). Effect of two pollen substitutes on brood mortality and length of adult life in the honey bee. *J. Apic. Res.* 22: 49–52.

[13] Manning, R. (2001). Fatty acids in pollen: a review of their importance to honeybees. *Bee World* 82: 60–75.

[14] Sihag, R. C. and Gupta, M. (2013). Testing the effects of some pollen substitute diets on colony build up and economics of beekeeping with *Apis mellifera* L. *J. Ent.*, 10 (3): 120–135.

[15] Saffari, A. M., Kevan, P. G., and Atkinson, J. (2010). Consumption of three dry pollen substitutes in commercial apiaries, *Journal of Apicultural Science*, 54: 5–12.

[16] Faisal, H., and Khalil, M. (2011). Effect of early supplementary feeding autumn and spring season on the production of honeybees colonies (*Apis mellifera* L.). *Tishreen university journal for research and scientific studies of Biological sciences*. 33: 6.

[17] Maucourt, S., Fournier, V., and Giovenazzo, P. (2018). Comparison of three methods to multiply honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Apidologie* 49: 314–324.

[18] Aziz, M. A., Azeem, M., Ahmed, M. S., Siddique, F., and Jamal, M. (2015). Control of *Varroa destructor* Anderson and Trueman (Acari: Varroidae) on *Apis mellifera ligustica* by using thymol and formic acid in pothwar region of Punjab, Pakistan. *Asian J. Agric. Biol.*, 3 (4): 150–154.

[19] Ofijan, T. (2019). The Effect of Pollen Supplementary Feeding on the Production of Honeybee (*Apis mellifera*) During Dearth Periods Under Haro Sabu Condition of Kellem Wollega Zone, Western Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 9 (9): 1–6.

[20] Corby-Harris, V., Snyder, L., Meador, C., and Ayotte, T. (2018). Honey bee (*Apis mellifera*) nurses do not consume pollens based on their nutritional quality. *PLoS ONE* 13 (1): e0191050.

[21] Sabir, AM., Suhail, A., Akram, W., Sarwar, G., Saleem, M. (2000). Effect of some pollen substitute diets on the development of *Apis mellifera* L. colonies. *Pakistan Journal of Biological Science*. 5, 890 – 891.

[22] Abusabbah, M. O., Mahmoud, M. E., Mahjoub, M. O., Omar, D. and Abdelfatah, M. N. (2012). Promising alternative diets for honey bees to increase hive activities and sustain honey production during dry seasons in Saudi Arabia. *International Journal of Agri-Science*. 2 (4): 361–364.

[23] Sihag, R. C., and Gupta, M. (2011). Development of anartificial pollen substitute/supplement diet to help tide the colonies of honey bee (*Apis mellifera* L.) over the dearth season. *Journal of Apicultural Science*, 55 (2): 15–29.

[24] Lamontagne-Drolet, M., Samson-Robert, O., Giovenazzo, P., and Fournier V. (2019). The impacts of two protein supplements on commercial honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. *J Apic Res.* 58 (5): 800 – 13.

- [25] Islam, N., Mahmood, R., Sarwar, G., Ahmad, S., and Abid, S. (2020). Development of pollen substitute diets for *Apis mellifera ligustica* colonies and their impact on brood development and honey production. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 33 (2): 381 - 388.
- [26] Prakash, S., Bhat, N. S., Naik, M. I., and Hanumanthaswamy, B. C. (2007). Evaluation of pollen supplement and substitute on honey and pollen stores of honeybee, *Apis cerana* Fabricius. *Karnatak Journal of Agricultural Sciences* 20 (1): 155 - 6.
- [27] Pătruică, S., Popovici, D., and Colibar, O. (2013). Researches on the influence of some apicol stimulators use in the supplemental feeding of honey bee colonies. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 46 (1): 277-280.
- [28] Somerville, D., and Collins, D. (2007). Field trials to test supplementary feeding strategies for commercial honeybees. *Rural Industries Research and Development Corporation*. www.rirdc.gov.au/fullreports/index.htm
- [29] Moustafa, A. M. (2000). Influence of some supplementary feeding on physiological characters and productivity of honey bees. Ph. D. thesis, Assiut Univ., pp. 159.
- [30] Safari, A. M., Kevan, P. G. and Atkinson, J. L., and GuzmanNovoa, E. (2006). Feed-Bee: A new bee feed is added to the menu. *Bee Culture*, 134: 47- 48.
- [31] Kumar, R., Mishra, R. C., and Agrawal, O. P. (2013). A study on consumption of some artificial diet formulations by *Apis mellifera* colonies maintained at Panchkula and Gwalior. *Journal of Entomological Research*, 37 (2): 123-127.
- [32] Somerville, D. (2005). *Fat Bee Skinny Bees-A Manual on Honey Bee Nutrition for Beekeepers*. Rural Industries Research and Development Corporation.
- [33] Vollmann, J. (2016). Soybean versus other food grain legumes: A critical appraisal of the United Nations International Year of Pulses 2016. *Journal of Land Management, Food and Environment*. 67 (1): 17 - 24.
- [34] Saleem, M., Ramzan, M., and Manzoor, Z. (2003). Effect of some pollen substitute diets on development of *Apis mellifera* L. colonies. *J. of Animal and Plant Science (Pakistan)*, 13 (1): 39-40.
- [35] Ullah, A., Shahzad, M. F., Iqbal, J., and Baloch, M. S. (2021). Nutritional effects of supplementary diets on brood development, biological activities and honey production of *Apis mellifera* L. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28: 6861 - 6868.
- [36] Silva, E. C. A. D. A., and Silva, R. M. B. D. A. (1985). Stimulative feeding on honey bees combined with a protein supplement and its effect on honey production. *Industria Animal*. 42: 255-263.
- [37] Kumar, R., and Agrawal, O. P. (2014). Comparative performance of honey bee colonies fed with artificial diets in Gwalior and Panchkula region. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2: 104-107.
- [38] Adbellatif, M. A, El-Gaisar, F. H., and Mohanna, N. M. (1971). Three forms of yeast as a pollen substitute. *Am. Bee. J*, 111: 14-15.
- [39] Singh, S. (1962). *Beekeeping in India*. International Center for Abduction Research, New Delhi, PP: 214.
- [40] Chhuneja, P. K, Brar H. S., and Goyal, N. P. (1992). Studies on some pollen substitutes fed as moist-patty to *Apis mellifera* L. colonies 1. Preparation and consumption. *Indian Bee J.*, 55: 17-25. •