

关于预测中蜂蜂群群势及建立中蜂养殖数学模型的初步研究

徐祖荫¹ 林致中² 廖启圣³ 刘云⁴ 鲁桂清⁵

(1.徐祖荫养蜂工作室, 贵阳 550001; 2.浙江省开化县农业农村局, 开化 324300; 3.湖北省荆门市农业综合执法大队, 荆门 448000; 4.湖北省荆门市东宝区栗溪镇桑垭村土蜜蜂养殖专业合作社, 荆门 448151; 5.江西省宁都县小桂中蜂场, 宁都 342800)

摘要: 正确预测蜂群群势, 合理评价中蜂不同饲养方式的优劣及效果, 建立中蜂养殖的数学模型, 是未来中蜂生产由经验型向数值化、数字化转型的重要一步。作者等在所作中蜂蜂王日均产卵量与蜂群群势相关性研究的基础上, 建立了中蜂群势预测的数学公式: 群势预测值(框)=基础群势(框)相对应的蜂王日均产卵量×预测天数(20或40天)÷3000只/框+原群蜂量(框)×预测天数相应的工蜂存活百分率。并用此公式对单王3框上1层浅继箱、单王6框上2层浅继箱、双王16框上3层浅继箱等养殖方式进行测算, 群势预测值与实际蜂量的吻合率达88.8%~96.9%, 高度吻合, 可用于指导实际生产。测试结果还表明, 浅继箱生子优蜜佳, 是当前中蜂中最先进的生产方式。

关键词: 中华蜜蜂、群势预测、数学模型、浅继箱生产

Preliminary Study on Predicting Colony Population and Establishing Mathematical Models for *Apis cerana* Beekeeping

Xu zuyin¹, Lin Zhizhong², LIAO Qisheng³, Liu Yun⁴, Lu Guiqing⁵

(1. Xu Zuyin Beekeeping Studio, 2. Agriculture and Rural Bureau of Kaihua County, Zhejiang Province, 3. Agricultural law enforcement brigade of Jingmen, Hubei Province, 4. Sangya Village Native Bee Breeding Professional Cooperative, Lixi Town, Dongbao District, Jingmen City, Hubei Province, Jingmen City, Hubei Province, 5. Xiaogui Chinese Bee Farm, Ningdu County, Jiangxi Province)

Abstract: Establishing a digital model for *Apis cerana* apiary management is a crucial step in accurately predicting honeybee population and evaluating the advantages and disadvantages of different rearing methods. Based on previous research on the correlation between the queen's egg-laying rate and colony strength, this study established a mathematical formula for predicting honeybee population. The predicted value of honeybee population = the daily egg-laying rate of the queen corresponding to the baseline colony population×the predicted days (20 or 40 days)/ 3000+ the number of frames of the colony×the survival rate of bees corresponding to the predicted days. This formula is used to predict the colony population for different management practices, such as single-queen hives with 3 frames and one shallow super, single-queen hives with 6 frames and two shallow supers, and double-queen hives with 16 frames and three shallow supers. The predicted colony population closely matched the actual colony population, with an accuracy rate ranging from 88.8% to 96.9%, indicating high consistency and suitability for guiding practical production. The results also indicate that the use of shallow supers, which ensures high egg-laying rates by the queen and superior honey quality, represents the most advanced method currently available for *Apis cerana* beekeeping.

Key words: *Apis cerana*, the prediction of honeybee population, digital model, shallow super production

正确预测蜂群群势, 合理评价中蜂不同饲养方式的优劣及效果, 建立中蜂养殖的数学模型, 是今后中蜂生产由经验型向数值化、数字化养蜂转型的重要一环。作者等前些年所作中蜂蜂王日平均产卵量与蜂群群势相关性研究, 为中蜂预测群势, 建立中蜂养殖的数学模型奠定了基础, 且在实际运用中得到了充分验证。现具体阐述如下。

1 建立中蜂养殖数学模型的理论依据

影响蜂群群势的内外因素很多, 诸如蜂种、

蜂王质量、王蜂比值、气象因素、蜜粉源状况、蜂群健康与否、箱体大小、养蜂员的饲养管理水平等等。为化繁为简, 我们仅设定在使用华中型中蜂、郎氏10框标准箱、气候、蜜粉源基本正常、蜂群健康、实行浅继箱生产的情况下进行讨论。其余不同情况, 可以参考我们研究的结果, 举一反三去实验验证。

在气候、蜜粉源基本正常、蜂群健康的情况下, 预测蜂群群势的发展, 有两个最主要的因素, 一是

中蜂蜂王日平均产卵量与蜂群群势的关系表^[1]

群势（框）	2	3	4	5	6	7	8	9
日均产卵量（粒/日）	398 ± 115	578 ± 146	700 ± 284	794 ± 248	898 ± 211	1080 ± 190	1085 ± 008	1071 ± 030

蜂王的产卵力，一是蜜蜂的死亡率。

关于蜂王的产卵力与蜂群群势的关系，我们前期已作过相关研究^[1]，蜂王产卵力与蜂群群势密切相关，互为因果，二者的相关系数为 0.735。蜂王日平均产卵量与群势的相关回归方程为 $y=130.369+138.173x+3.722x^2-0.807x^3$ （ x 代表蜂群群势， y 代表相应的蜂王日均产卵量），方程的拟合度 $R^2=0.562$ ，回归方程的显著性测定 $F=25.66$ ， $P<0.01$ ，达极显著水平。蜂群群势从 3 框 ~ 8 框，蜂王日平均产卵量随群势的增加而增加，当群势达 8 框以后呈下降趋势。蜂王日平均产卵量与群势的关系见下表。

工蜂的寿命，杨冠煌认为中蜂在采集期为 30 ~ 40 天。因此，我们在计算老蜂存活率时，20 天后为 50%，40 天后为 0。

在实际调查中，蜂王的日平均产卵量也是从调查蜂群的封盖子个数来推定的，因此蜂王的日平均产卵量也就等于实际的封盖子数。有了蜂王日平均产卵量和工蜂的存活率，我们就可对未来蜂群的群势进行预测。中蜂工蜂从卵产下到出房需要 20 天，因此我们一般预测 20 天或 40 天后的群势；中蜂蜂脾相称时每脾蜂应有 3000 只，因此预测群势的数学公式为：

群势预测值（框）= 基础群势（框）相对应的蜂王日平均产卵量（查表）× 预测天数（20 或 40 天）÷ 3000 只 / 框 + 原群蜂量（框）× 预测天数相应的工蜂存活百分率

式中，加号之前是预测天数新出房的工蜂数（框），加号之后是预测天数原群剩余的老蜂数（框），两者相加就等于预测天数当时的实际蜂量（框）。

另外，在流蜜期结束时，我们在调查中发现，浅继箱中工蜂的密度常低于巢箱中巢脾（子脾）上的密度，大概为蜂脾相称时子脾上工蜂密度的 70% 左右，所以在计算流蜜期结束后的浅巢框上留存的实际蜂量时应乘上一个校正系数 ρ ， $\rho=0.7$

2 利用预测公式对不同饲养方式实例的测算

2.1 单王6框群上浅继箱

湖北省荆门市养蜂员刘云，主要的养殖模式是巢箱内 6 个大脾，加 2 层浅继箱生产，每个浅继箱加 8 张浅巢脾，每次每群可取封盖蜜 15kg（不含巢箱蜜），群均年取蜜 25kg。该模式经大规模（400 群）和多年运用，证明是切实可行和成功的（图 1）。

刘云场地为小山区，蜜源丰富，从 5 月份开始一直到 9 月份，陆续有板栗、栎树、椿叶花椒、楝叶吴萸、刺楸、盐肤木等流蜜，花期长，可以陆续上 2 层浅继箱，年景好可取两次蜜（夏蜜、秋蜜）。因此，我们预测 40 天的群势。从表中查到 6 脾蜂对应的蜂王日均产卵量为 898 ± 211 粒 / 日，将相关数据带入预测式为：

$(898 \times 40 \div 3000) + (6 \times 0) = 11.97 + 0 = 11.97$ 框

经计算，40 天后蜂群群势为 11.97 框。

经实际生产验证，刘云蜂场巢箱为 6 个大框，上面两层浅继箱，每箱 8 个小框，总共 16 个小框，2 个小框相当于 1 个大框的面积，再乘以校正系数 $\rho(0.7)$ ，即折合为 5.6 个大框（ $16 \div 2 \times 0.7$ ）的实际蜂量。巢箱下 6 个大脾的蜂量加上浅继箱 5.6 框的实际蜂量，总共为 11.6 框。计算结果与实际的吻合率为 96.9%（ $11.60 \div 11.97 \times 100\%$ ）。

2.2 双王16框群上浅继箱

同在湖北省荆门市的养蜂员曾庆忠，自创了一款 102cm 长的郎氏卧式箱（普通郎氏箱长 41cm），用于饲养双王 16 框强群上浅继箱，每层放浅巢框 11 框，可上 3 层浅继箱（图 2）。一次取蜜 27.5kg，全年两次取蜜 45kg（要留一部分给蜂群作饲料）。常年饲养 80 群左右，也非常成功^{[2][6]}。现用我们的测算公式，检查这种饲养方式是否合理。

查表，箱体一侧单王 8 张脾对应的蜂王日均产卵量为 1085 粒。同样是测算上继箱 40 天后的群势。因为是双王群，所以一侧测算的结果应 $\times 2$ ，得到双王 16 张大脾 40 天的总封盖子数，将上述相关数据带入预测式：

$[(1085 \times 40 \div 3000) \times 2] + (16 \times 0) = 28.93 + 0 = 28.93$ 框

由于基础群势强，又有双王产卵，蜂群繁殖和维持群势的效果好。按上 3 层浅继箱，每层 11 个小脾计算，浅继箱中共折合大脾 16.5 框（ $11 \times 3 \div 2$ ），乘上实际蜂量校正系数 $\rho(0.7)$ 后，小脾上实有蜂量 11.55 框，加上巢箱中的 16 个大脾，总计为



图1 湖北省荆门市刘云
(左)蜂场单王6框群,带两
层浅继箱(16个浅巢脾)



图2 曾庆忠(右)双王16框蜂带3层
浅继箱(33个浅巢脾)



图3 贵州省凤岗县鲍晓强蜂场盐肤木
花期,巢箱3框蜂(左)带浅继箱5
个小脾(右)

27.55框蜂量。测算结果(28.93框)与实际情况(27.55框)的吻合率达95.2%。

2.3 单王3框蜂上浅继箱(图2)

近几年来,随着中蜂上浅继箱的推广力度加大,在生产实践中,许多人3~4框蜂也上了浅继箱,且效果不错^[3-5],甚至2框蜂也上了浅继箱。

上述两例因上多层浅继箱,过程较长,故按40天计。3框蜂上浅继箱,一般为一层,故以20天计。查表,对应3框蜂的蜂王日均产卵量为578粒,将其代入预测公式:

$$(578 \times 20 \div 3000) + (3 \times 50\%) = 3.85 + 1.5 = 5.35 \text{ 框}$$

从计算结果可看出,除了巢箱下面的3个大框外,浅继箱上可以带4~5个浅巢脾(5.35框-3框=2.35个大框×2=4.7个小框)。3个大框带4~5个小框,生产实践证明完全可以做到(见图2)。按5个小框实际蜂量计($5 \div 2 \times \rho$),蜂量为1.75框,加上巢箱中3框蜂,总蜂量为4.75框。计算结果(5.35框)与生产实际蜂量(4.75框)的吻合率为88.8%($4.75 \div 5.35 \times 100\%$)。过去通常认为只有强群才能上浅继箱,通过理论测算,证明中小群势上浅继箱的作法不是侥幸或偶然,而是有理论依据的。

当然,这里需要强调的是,上浅继箱有一定的技术含量,如使用新王(或至少是不超过一年龄的蜂王);提前培育好采集蜂;上浅继箱时群内有大量待出房的封盖子脾;蜂数足;不取巢箱内的存蜜;有大蜜源和较长的流蜜期支持等等,这样才能保证上浅继箱取得成功。

3 结论和讨论

预测蜂群群势,建立中蜂养殖的数学模型,是中蜂生产由过去的经验型向现代数值化、数字化养蜂转型的重要一环,通过它可以从理论上检验不同养殖模式的合理性及进行优劣比较,在养蜂生产

中具有现实的指导作用。

通过对以上3个浅继箱生产的实际案例具体分析,理论测算结果与实际情况的吻合率高达88.8%~96.9%,高度吻合,充分证明了我们对于中蜂蜂王日平均产卵量与蜂群群势相关性研究的结论是正确的,可用于指导实际生产。

从本研究中可看出,浅继箱生产是一种比较先进的养殖模式,它既能实现子蜜分离,提高蜂蜜的质量,又能在一定程度上发挥蜂王的产卵能力,不影响蜂群正常繁殖,所以有人评价它是子多蜜优的生产方式^[5]。但是,如果实行平箱生产,或者在特殊情况下生产(如在气温较低的冬季打枇杷蜜),蜂群不上浅继箱,采蜜和蜂王产卵就会发生矛盾,往往会出现蜜压子、流蜜期过后群势下降的情况^[7]。因此,要对在这些情况下蜂王的产卵量进一步深入调查,对蜂王日均产卵量进行校正。

预测群势,建立中蜂养殖数学模型的基础参数,除了中蜂日平均产卵量外,还有工蜂的死亡率。但目前对中蜂在不同时期(繁殖期、采集期、低温采集期等)的死亡率研究还有较大的欠缺,今后还应加强这方面的研究。

参考文献

- [1] 徐祖荫,林致中,江凯等.中蜂蜂王日平均产卵量与蜂群群势相关性的研究[J].中国蜂业,2023,74(12):32-33.
- [2] 徐祖荫,廖启圣,李先周,等.中蜂夏季继箱、浅继箱生产效果比较——2023年夏湖北、贵州两地蜂场考察纪实[J].中国蜂业,2023,74(10):25-26.
- [3] 徐祖荫,王胤晨,邓梦青,等.中蜂3~4框群势也能上浅继箱[J].蜜蜂杂志,2023,43(11):32.
- [4] 鲁桂清.中蜂上浅继箱几年的体会[J].蜜蜂杂志,2024,44.
- [5] 尤洪坤.饲养中蜂用浅继箱好[J].蜜蜂杂志,2024,44.
- [6] 徐祖荫,林致中,夏晨,等.从物理学角度解释扩大箱体容积对中蜂饲养强群、防分蜂的好处[J].中国蜂业,2024,75(1):26-27.
- [7] 徐祖荫,童梓德,张明宏.盐肤木花期中蜂平箱、浅继箱生产对蜂群繁殖的影响[J].蜜蜂杂志,2023,43(11):20-21.