

意大利蜜蜂研究进展及其高海拔地区的应用前景

母泽祺^{1,2}, 崔洁^{1,2}, 顾亚欣^{1,2}, 唐晓琴^{1,2,3*}, 王文峰^{4,5*}

(1. 西藏农牧学院植物科学学院, 西藏 林芝 860000; 2. 青藏高原资源昆虫与应用昆虫实验室, 西藏 林芝 860000; 3. 青藏高原森林生态教育部重点实验室, 西藏 林芝 860000; 4. 西藏自治区农牧科学院农业资源与环境研究所, 西藏 拉萨 850000; 5. 国家蜂产业技术体系拉萨综合试验站, 西藏 拉萨 850000)

摘要:意大利蜜蜂作为我国重要的资源昆虫,在人类社会发展中起到至关重要的作用。通过对意大利蜜蜂生物学特性、形态特征等资料的归纳并对未来意大利蜜蜂在我国尤其是西藏的发展前景进行了详细分析。西藏作为地球第三极,气候类型独特,自然资源独具一格,部分区域较为适合发展养蜂业,本文分析了西藏发展西方蜜蜂养殖的机遇和挑战。

关键词:意大利蜜蜂;生物学特性;西藏

中图分类号:S893.73

文献标志码:A

Research Progress of Italian Honeybee and Application Prospect in High Altitude Area

MU Zeqi^{1,2}, CUI Jie^{1,2}, GU Yaxin^{1,2}, TANG Xiaojin^{1,2,3*}, WANG Wenfeng^{4,5*}

(1. College of Plant Sciences, Tibet Academy of agriculture and animal husbandry, Tibet Nyingchi 860000; 2. Tibet Plateau resource insect and applied insect laboratory, Tibet Nyingchi 860000; 3. Key Laboratory of Tibet plateau forest ecology, Ministry of education, Tibet Nyingchi 860000; 4. Institute of agricultural resources and environment, Tibet Academy of agriculture and animal husbandry Sciences, Tibet Lhasa 850000; 5. Lhasa comprehensive test station of national bee industry technology system, Tibet Lhasa 850000, China)

Abstract: As an important resource insect in China, Italian honeybee plays a vital role in the development of human society. The biological and morphological characteristics of Italian honeybee were summarized, and the development prospect of Italian honeybee in China in the future was analyzed in detail. As a pure land in the development of China's ecological environment, Tibet has unique characteristics in natural resources. According to relevant data, research shows that some areas of Tibet are more suitable for the development of beekeeping, but they will face more challenges due to the particularity of altitude and climate.

Key Words: Italian honeybee; biological characteristics; Tibet

意大利蜜蜂(*Apis mellifera ligustica* Spinola)是国际上公认的蜜蜂中优良的品种。意蜂产卵和产蜜能力强,是理想的生产花粉、蜂蜜、蜂王浆等蜂产品的蜂种,选育的蜜王、浆王等优良品种在我国养蜂业中发挥着重要的作用。从2004年开始,西

藏也展开了意大利蜜蜂的规模化养殖和高海拔地区生物学的研究,本文总结意大利蜜蜂的研究进展和并分析未来在西藏等高海拔地区的应用前景。

1 意大利蜜蜂的起源

蜜蜂的起源与人类的发展历程相比更为久远,人类从几千年前开始接触蜜蜂,采食蜂蜜。西方蜜蜂生物形态进化较为迅速,是蜜蜂属中的最高阶段。在中国已经有100多年的养殖历史,最早从1911年,台湾引入意大利蜜蜂,由于当时的养殖技术和管理问题,导致西方蜜蜂的引种和繁育出现问题,从而产生品种混杂的情况。到20世纪70年代,

收稿日期:2022-03-14

基金项目:西藏无刺蜂种质资源调查与产业开发潜力研究项目(XZ202102YD0020C);西藏入侵害虫风险评估与重要资源昆虫保护利用研究项目(XZ202001YD0002C)。

作者简介:母泽祺(1998-),女,硕士研究生,研究方向为资源利用与植物保护,E-mail:1594040908@qq.com;*为通讯作者:唐晓琴(1977-),女,教授,研究方向为昆虫学方面的教学和科研,E-mail:tibettxq@sina.com;王文峰(1979-),男,研究员,研究方向为植物保护与资环昆虫利用,E-mail:wwfhenjie@163.com。

“本地意大利蜜蜂”基本被王浆高产型意大利蜜蜂代替。

西藏从1980年开始考察本地蜂种和蜜源植物^[1],发现西藏存在本地中华蜜蜂蜂种,但一直处于半野生和野生状态,未开展规模化养殖,期间也有部分蜂农到西藏小范围养殖西方蜜蜂,直到2004年才正式开始引进西方蜜蜂,迄今为止,也取得了一定的研究成果和经济效益。目前西藏发现的蜂种有中华蜜蜂、黑大蜜蜂和西方蜜蜂^[2],养殖蜂种只有中华蜜蜂和西方蜜蜂。

2 意大利蜜蜂的生物学特性

2.1 种群结构

蜜蜂是社会性昆虫,群居生活,单只蜜蜂脱离蜂群就不能繁衍。蜂群由蜂王、工蜂和雄蜂3种形态的蜜蜂组成,属于完全变态昆虫,成长要经历4个阶段:卵、幼虫、蛹、成虫,它们的形态和生理特性有明显区别,分工明确。蜂王:个体大,发育完善,专职生育产卵;雄蜂:与蜂王交配,繁殖后代,交配后即死去;工蜂:在蜂群中的数量是最多的,是生殖发育不完全的雌性蜜蜂,没有生殖能力,工蜂负责的工作最多,除了繁殖后代,其他的所有工作都由工蜂完成。

2.2 形态特征

意蜂的体型大小与卡尼鄂拉蜂相似,是一种黄色蜂种,腹部细长,吻较长(6.3~6.6 mm)。大部分的蜂王是黄色的,第6腹节背板是棕褐色的;小部分的蜂王是黑色的,第6腹节的背板为黑色,第5腹节背板后缘有黑色环带。雄蜂的腹节背板颜色为黑色,具有黑点或者黑色的环带,绒毛是淡黄色。工蜂蜂体是黄色,第4腹节背板后缘具有黑色环带,第5,6腹节背板为黑色。

2.3 生活习性

意蜂的分蜂性弱,容易维持强群。大多数蜂群一年中会在春季发生一次自然分蜂,强蜂群在夏天依旧会保持高强度的工作。特别注意的是意蜂在越冬时需要大量的饲料,因此在高海拔地区,无花期较长,越冬需要准备好充足的越冬饲料^[3]。

意蜂产卵能力强,无论什么季节,在蜂王交尾后就可以产卵,养育幼虫的节奏比较缓慢,一年四季都会有大面积的育虫区,很少受到自然环境的影响。在人工饲养过程中,为了后续蜜源的采集工作,会人为地控制意蜂在早春时期产卵。意蜂采蜜

能力非常强,但是它只采集大宗的蜜源。意蜂性格比较安静,但是它的定向力差,容易找不到蜂巢;有很强的盗性,会在缺蜜的时候,杀死其他蜂群蜂王盗取蜂蜜;清剿和抗巢虫能力强,但抗病和抗螨性弱,其幼虫非常容易感染疾病。

2.4 分布范围

意大利蜜蜂原产于意大利的亚平宁半岛,引入中国后已经适应了中国大部分地区的气候条件,在全国各地都有养蜂场。目前西藏的西方蜜蜂主要分布在拉萨市、日喀则市、山南市以及林芝米林县等部分区域。

3 意大利蜜蜂生态学特性

3.1 生态环境对意大利蜜蜂的影响

环境对蜜蜂的生长、生存、发育以及繁殖都有一定的影响^[4]。对意大利蜜蜂的影响主要有生物因素和非生物因素两个方面。生物因素有以下几个方面:①食物,意蜂只会对大面积的蜜源采集,饲养时要注意周围蜜源的分布,越冬期意蜂对饲料的需求量大,因此越冬粮食对意蜂来说是最重要的因素;②天敌,天敌对蜜蜂有很大的影响,主要有胡蜂、马蜂、狗熊、蜂螨、蚂蚁等,但在西藏主要是蚂蚁、巢虫等。

非生物因素主要是气候因素。对于意蜂,比较特殊的是光对它的影响。由于意蜂的定向能力差,容易迷巢,蜜蜂只能区别黄、绿、蓝及紫4种颜色,我们可以利用蜜蜂对光色的辨别,在蜂箱上涂上不同的颜色,降低其迷巢的概率。海拔对育王也有一定制约,海拔高于3 500 m地区繁育的蜂王常常出现产卵能力低下,交尾时间延长等问题,导致蜂王质量不高,蜂群群势减弱。但具体是气压因素影响还是氧含量影响,还有待考证。

3.2 意大利蜜蜂的育种研究

20世纪70年代,我国开始进行优良蜂种的选育研究^[5],根据蜂种的特点,可以分为高产型、授粉型、抗螨型、抗病性等。我国的高产型育种研究比较成功,人工培育出很多品种,意蜂的授粉和产蜜性强,高产型育种大多是与意蜂培育的。由于目前蜂螨泛滥,使蜂群损失严重,国内外将育种研究的重点放到了抗螨育种上,国内培育出的“中蜜1号”配套系已经通过国家审定,抗螨性能较好。西藏养蜂业发展还处于起步阶段,受技术水平的影响,西藏养殖选用的蜂种侧重于高产蜜型,提高蜂蜜的产

量和质量是西藏的关注重点。西藏高海拔的气候特点不利于蜂螨生存,蜂王繁育质量不高,这也是西藏蜜蜂育种需要深入研究的内容之一。

4 意大利蜜蜂的研究现状

4.1 中、意蜂种间竞争

中华蜜蜂(*A.cerana*)和意大利蜜蜂(*A.ligustica*)是2种不同的蜂种,由于中蜂和意蜂的生态适应性不同,2个种群之间存在排斥行为,在同区域饲养时发现了很多问题。例如:影响蜂王间的交尾,搅乱中蜂蜂王的交配;盗取蜂蜜,意蜂会在缺蜜时去杀死中蜂王盗蜜;传染疾病,意蜂的抗病性差,外来物种会携带病原菌从而传染给中蜂^[6]。中蜂和意蜂在同区域放蜂时,会出现种间竞争,意蜂因为体型大、数量多,会对中蜂产生强大的竞争压力,使中蜂的数量逐渐减少,品质下降,而且中蜂和意蜂的饲养管理方式和手段不同,所以国内一般都是同一蜂种不同蜂群分开饲养,不建议合群饲养。但研究发现,中蜂和无刺蜂可以共生,这种现象在西藏墨脱常见,这也是下一步我们要研究的内容之一。

4.2 引入意蜂对本地生态影响

从1911年开始,我国正式引进意大利蜜蜂,开始学习相关知识和饲养意大利蜜蜂,为了方便研究意蜂,将大部分养蜂场设在城市,但也因此出现了很多问题。例如:城市蜜源不足,技术不成熟,引进的意蜂携带了严重的美洲幼虫腐臭病,导致全国的养蜂业都遭到了严重的灾难^[6]。为了更好地保存、繁育和应用意大利蜜蜂,我国开始成立专门的蜜蜂原种场或种蜂场^[7],同时对本地的中蜂资源设立专门区域建立保护区。

意大利蜜蜂的养殖也存在很多问题,意蜂喜采集大面积的蜜源植物,对于群落分散、花期不集中^[8],在低温情况下开花的植物,意蜂并不感兴趣,所以这些植物还是需要本地蜂群授粉,但是意蜂会影响本地蜜蜂的采集效率和访花效率。由于食物资源的竞争,会导致本地蜂群的繁殖力下降,影响本地蜂种的遗传多样性,为了保证授粉质量,我们要对本地蜂群和引入蜂群进行管理^[9]。

4.3 生物活性研究

4.3.1 化学制剂对蜜蜂的毒害影响

蜜蜂是非常重要的资源昆虫,蜜蜂的健康是重点。农药在农业发展中发挥着重要的作用,但对环境生物造成严重危害。研究表明,新烟碱类杀虫剂

对蜜蜂会产生急性毒害,会对蜂群造成严重影响,EFSA在2013年发布了新烟碱类杀虫剂对蜜蜂的风险评估报告,限制噻虫嗪、吡虫啉和噻虫胺3种新烟碱类杀虫剂在夏季粮谷类作物和蜜源作物上使用。因为蜜蜂非常容易受到农药的伤害,所以国内外都将蜜蜂作为监测农药环境风险的指示昆虫^[10]。但是也并不是所有农药对蜜蜂有影响,例如,苏云金杆菌对很多农业害虫都有毒性,但是对蜜蜂基本没有影响。

4.3.2 抗生素对蜜蜂的影响

意大利蜜蜂抗病性弱,幼虫极易感染病菌,所以蜂用药物的使用在饲养环节是必不可少的,常用的抗生素是土霉素、四环素等^[6],抗生素不仅会杀死病原菌也会杀死有益的细菌,会破坏肠道菌群稳定的生态系统,导致蜜蜂的抗病性减弱。由于抗生素使用易产生抗药性和残留,影响生态环境,我国颁布的《中华人民共和国生物安全法》中限制农业生产中的抗生素使用,降低在农业生产环境中的残留。研究发现,蜜蜂自身的益生菌可以对蜜蜂肠道多样性产生有益的作用,所以蜜蜂肠道菌群也是目前的研究热点^[11-12]。

4.4 蜂产品的研究现状

目前我国蜂产品的研究已经形成较为完善的工业化规模生产。最初以蜂蜜和蜂王浆为主的研究,到现在蜂花粉、蜂胶、蜂蜡、蜂蛹、蜂王幼虫、蜂毒、蜂巢等蜂产品都可以进行加工制造,涉及行业包括食品、药品、化妆品及其他工业品。目前西藏由于技术和地势的因素,只开展了蜂蜜和蜂王浆的加工技术研究^[13]。

4.4.1 蜂蜜的研究现状

蜂蜜是蜜蜂传粉之后产生的天然甜物质,蜂蜜主要有2种类型:①采集花蜜来源的蜜蜂;②蜜蜂的分泌物和昆虫排泄物酿制而成的蜜露蜜和甘露蜜^[2]。目前我国的蜂蜜生产还只是在采集未成熟的蜂蜜进行加工,影响蜂蜜的产品质量,因此,生产成熟蜜蜂成为推动我国蜂产品健康发展的重要环节^[14],也是未来西藏需要研究的方向。目前“巢继箱双王繁殖,强群多箱体取蜜”是采集成熟蜂蜜最常用的技术^[15-16],但还没有在西藏被更好地全面推广。

蜂蜜市场中假冒伪劣现象非常普遍,提高蜂蜜产品质量是蜂产业的重要环节,所以建立新的行业生产标准,对科研蜂蜜行业各个环节进行监督,形

成统一的监督管理体系,从而确保蜜蜂行业的产品质量^[17]。

4.4.2 蜂产品的生物学功能研究

蜂毒是一种含有复杂的分子混合物的化学分子,被越来越多的学者关注到,在制药行业的应用也越来越多。蜂毒的化学成分比较复杂,研究发现,在医药领域具有很多作用:①具有抗风湿及抗炎症的活性;②具有多种药理活性;③对一些细胞的生长有抑制作用;④抗炎及抗肿瘤活性;⑤抑菌活性;⑥抗炎活性分析;⑦抗肿瘤活性分析^[18,19]。

蜂王浆与蜂毒一样也是化学成分非常复杂的天然产物,同时也具有抗菌、抗炎、抗肿瘤和抗氧化等多种生物学功能,在多个领域发挥重要作用,尤其在疾病的预防和治疗中有非常重要的作用^[20]。近年来国内外对蜂王浆的研究明显增多,但是国内的蜂王浆研究主要是生产加工方面的,中国作为蜂王浆的研究主力,应持续扩大研究范围,加强蜂王浆的基础和应用研究^[21]。

蜂胶是工蜂腺体分泌物,包含蜂蜡、蜂花粉、树脂以及挥发油等成分,是一种天然的胶黏性物质,含有多种化学成分,在食品、化妆品和医药领域发挥重要作用,有抗氧化、抗病毒、抗菌、抗癌、抗炎症以及调高免疫力多种功效,被列入《可用于保健食品的物品名单》可应用到功能食品领域,且蜂胶的抗病毒作用应用很广泛,可以考虑作为疫苗的辅助成分^[22]。

蜂花粉是蜜蜂经过加工之后的花粉团状物,具有较高的营养成分,油菜和野玫瑰的蜂花粉有明显的低脂肪和高蛋白的特点,具有抗衰老,抗氧化抗肿瘤等生物活性,是食品、药品等理想原料^[23]。

蜂蜡是蜜蜂分泌的产物,资料显示,汉代已经开始对蜂蜡进行分离加工,用于简单的工艺品,如今蜂蜡已经是很多行业的必需品,除了食品、医药领域,农业上也有非常大的作用,例如作为饲料的添加剂以及调节植物生长等^[24]。

4.5 饲料的研究进展

意蜂在越冬时对饲料的需求量非常大,如果营养跟不上,将会大大影响经济产量^[19]。蜜蜂的主要营养物质是采集酿造的蜂蜜、花粉以及分泌的蜂王浆等天然饲料。但是在人工饲养时,蜂农会过度采集蜂蜜和蜂王浆,因此在不是花蜜流蜜期时,蜜蜂需要人工饲料来维持营养和蜂群的生产力^[25,19]。

中国的养蜂历史悠久,目前确定了养蜂各个阶

段所需要的营养成分,蜂农也开始重视蜜蜂的福利饲养理念,在蜂箱中保留足够的蜂蜜和花粉,必要时喂养环保型的人工饲料^[22],蜜蜂的人工饲料主要是糖和代花粉饲料^[26]。人工饲料对蜜蜂的春繁很重要,能保证蜂群的营养,从而促进幼虫的繁殖。研究表明,赖氨酸对意蜂工蜂的幼虫有重要意义,是生长发育中必不可少的一种物质,并且已经研究出它在工蜂幼虫饲料中最适合的密度是11.08 ~ 16.08 mg/g。未来研究方向可以关注到如何配比出更有益的饲料^[27-28]。

5 意大利蜜蜂应用前景

意大利蜜蜂是国际上公认的优良品种,它的产卵和哺育幼虫的能力都很强,分蜂性弱,可以保持强大的群势,对大宗蜜源利用率强,产蜜量高,泌浆能力强,产浆量高,造脾迅速。据不完全统计,中国年产的蜂蜜、蜂王浆、蜂花粉、蜂胶,主要是意蜂生产的。未来还要充分发挥意大利蜜蜂的生物学特性,使我国的蜜蜂养殖业更进一步。

西藏地域辽阔,资源丰富,具有丰富多彩的蜜源植物^[29],养蜂的空间很大。近年来,西藏也在大力发展养蜂业,引进了意大利蜜蜂,但是蜂农只关注于养蜂技术的提高,没有很好地利用本地的蜜源植物,没有发挥出意大利蜜蜂的作用。由于意大利蜜蜂抗病性弱,越冬期对饲料的要求很高,尤其在海拔地区,无花期较长,越冬更艰难^[13]。目前西藏各级政府对养蜂业日益重视,培养本地养蜂专业户和技术人员,设立国家蜂产业技术体系拉萨综合试验站和西藏植保学会养蜂分会,在西藏脱贫攻坚和乡村振兴中发挥了积极的作用。西藏养蜂业的发展带动了绿色蜂产品的发展,成为西藏农业的又一支柱产业。

6 结论

意蜂在生态环境保护和农作物授粉等方面都有重要作用。意蜂已经适应我国绝大部分地区的自然环境,在全国可以大规模养殖。2004年,西藏引进意大利蜜蜂,开展了意蜂的相关研究,并且攻克高海拔地区蜜蜂养殖的技术难题,总结出在高海拔地区养蜂的实用技术。由于西藏的养蜂业起步晚,发展缓慢,目前还处于以蜂产品生产为主的阶段,为了促进西藏养蜂业的可持续发展,我们还要进行更进一步的研究工作:①加强蜜蜂饲养技术的

培训,培育技术人员,并对本地农户进行养蜂技术的普及和规范;②加强对蜜源植物分布研究,选择合适的养蜂场所;③进一步探索和完善高海拔越冬技术及替代蜂粮研究;④严格控制蜂产品质量,采集成熟蜂蜜,发挥高海拔和净土优势,产出高品质蜂蜜。

参考文献:

- [1] 杨冠煌. 浅谈西藏养蜂业的开发[J]. 蜜蜂杂志, 2002, 22(12):26.
- [2] 扎罗. 西藏蜂业及蜂蜜特异性研究成果[J]. 蜜蜂杂志, 2017, 37(9):42-43.
- [3] QUARTUCCIO M, CRISTARELLA S, SCROFANI A, et al. The Sperm of *Apis Mellifera Siciliana* and *Apis Mellifera Ligustica*: a Preliminary and Comparative Note [J]. Journal of Apicultural Research, 2020, 59(5): 1011-1016.
- [4] 薛运波. 育种微课堂 如何根据饲养目的引进蜂种[J]. 中国蜂业, 2020, 71(3):40-41.
- [5] 王加聪, 吴黎明. 蜜蜂育种应由“高产”育种转为抗螨育种[C]//中国养蜂学会第五届会员代表大会. 浙江江山, 1999:15-16.
- [6] 刁青云, 邓 帅, 杨 卅, 等. 我国蜜蜂病毒病的发生、流行与药物防控研究[C]//第十二届海峡两岸蜜蜂与蜂产品高峰论坛暨首届中国西安(蓝田)秦岭中蜂扶贫产业发展论坛. 西安, 2018:11.
- [7] 任晓晓, 张 炫, 赵文正, 等. 外来蜂种对本地传粉蜂物种多样性的影响[J]. 中国蜂业, 2016, 67(7):23-27.
- [8] 王华堂, 李良斌, 陈海玉, 等. 中蜂的传粉作用研究[J]. 环境昆虫学报, 2022, 44(1):84-91.
- [9] 陈晓, 石 巍, 陈 超, 等. 欧洲蜜蜂遗传改良项目及对中国蜜蜂资源和育种工作的启示[J]. 中国农业科技导报, 2017, 19(10):14-20.
- [10] 张艳峰, 王会利. 16种农药制剂对意大利蜜蜂的急性毒性及初级风险评估[J]. 生态毒理学报, 2020, 15(6):271-278.
- [11] 李佳欢, 齐素贞, 吴黎明, 等. 常见疾病、抗生素及农药对意大利蜜蜂(*Apis mellifera ligustica*)肠道微生物多样性的影响研究进展[J]. 微生物学通报, 2021, 48(8):2827-2836.
- [12] IORIZZO M, PANNELLA G, LOMBARDI S J, et al. Inter-and Intra-Species Diversity of Lactic Acid Bacteria in *Apis Mellifera Ligustica* Colonies [J]. Microorganisms, 2020, 8(10):1578.
- [13] 马才仁卓玛. 西藏蜜蜂养殖技术与示范推广思考[J]. 蜜蜂杂志, 2018, 38(6):36-37.
- [14] 沙娜·赛力克. 蜂产品发展现状研究综述[C]//2021年中国(广西梧州)蜂业博览会暨全国蜂产品市场信息交流会. 广西梧州, 2021:406-409.
- [15] 韩胜明, 赵亚周, 吴黎明, 等. 多箱体成熟蜂蜜生产技术——单群繁殖, 双群联合取蜜[J]. 中国蜂业, 2020, 71(12):11-14.
- [16] 郑 星, 梁馨文, 吴黎明, 等. 无刺蜂蜂蜜研究进展[J]. 食品工业科技, 2022, 43(1):458-465.
- [17] 毛永杨, 宁德兴, 李智高, 等. 我国蜂蜜产业发展的现状研究[J]. 现代食品, 2021(23):43-47, 61.
- [18] OKUBO S, YOSHIYAMA M, NIKKESHI A, et al. Effect of Cold Narcosis on Foraging Behavior of European Honey Bees (*Apis Mellifera Ligustica*) Tracked Using a Radio-Frequency Identification (RFID) System [J]. Journal of Apicultural Research, 2020, 59(5):1027-1032.
- [19] MA W H, LONG D L, WANG Y, et al. Electrophysiological and Behavioral Responses of Asian and European Honeybees to Pear Flower Volatiles [J]. Journal of Asia-Pacific Entomology, 2021, 24(1):221-228.
- [20] 刘一冰, 吴德群, 蔺哲广, 等. 蜂王浆生物学功能研究进展[J]. 畜牧兽医学报, 2021, 52(6):1498-1510.
- [21] 游蒙蒙, 陶凌晨, 王康莉, 等. 2020年国内外蜂王浆研究概况 [J]. 中国蜂业, 2021, 72(3):54-59.
- [22] 葛怡青, 汪 浅, 全 涛. 蜂胶功能成分及生物活性研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(4):1027-1035.
- [23] 严新宇, 牛德芳, 张 静, 等. 蜂花粉成分及功能研究进展 [J]. 食品安全导刊, 2021(32):158-160.
- [24] 王静琳, 汪 燕, 马振刚. 综述蜂蜡的应用[J]. 蜜蜂杂志, 2019, 39(12):9-12.
- [25] 胥保华. 蜜蜂营养与饲料的现状与趋势[C]//二十一世纪第二届全国蜂业科技与蜂产业发展大会. 北京, 2016:2.
- [26] 郭娜娜, 王 凯, 彭文君. 蜜蜂人工饲料及其营养价值研究进展[J]. 中国蜂业, 2019, 70(8):14-17.
- [27] ADDEO N F, RONCARATI A, SECCI G, et al. Potential Use of a Queen Bee Larvae Meal (*Apis Mellifera Ligustica* Spin.) in Animal Nutrition: a Nutritional and Chemical-Toxicological Evaluation [J]. Journal of Insects as Food and Feed, 2021, 7(2):173-186.
- [28] 于 静, 张卫星, 陈文凤, 等. 意大利蜜蜂工蜂幼虫饲料中花生四烯酸的适宜添加水平[J]. 动物营养学报, 2019, 31(10):4637-4646.
- [29] 陈新兰, 雷雪萍, 扎 罗, 等. 西藏蜜源植物调查分析[J]. 现代农业科技, 2020(13):125-128.