

文章编号: 1003-8701(2008)02-0036-04

苜蓿切叶蜂(*Megachile rotundata* F.)研究进展

李茂海, 李建平, 杨桂华, 刘金文, 侯云龙, 曲文丽

(吉林省农业科学院植物保护研究所, 吉林 公主岭 136100)

摘要: 苜蓿切叶蜂(*Megachile rotundata* F.)是苜蓿制种业的重要传粉昆虫, 在大豆杂交授粉中也起着重要作用。本文系统地阐述了苜蓿切叶蜂国内外的研究进展, 分析了苜蓿切叶蜂化性、滞育及两者间的关系, 并介绍了繁殖过程中的有害天敌。

关键词: 苜蓿切叶蜂; 传粉; 化性; 滞育; 天敌

中图分类号: Q969.557.6

文献标识码: A

A Review of Studies on Alfalfa Leaf-cutting Bee (*Megachile rotundata* F.)

LI Mao-hai, LI Jian-ping, YANG Gui-hua, LIU Jin-wen, HOU Yun-long, QU Wen-li

(Institute of Plant Protection, Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Gongzhuling 136100 China)

Abstract: Alfalfa leaf-cutting bee, *Megachile rotundata* F., is the most important pollinator for alfalfa seed production and soybean crossing. After a brief introduction of Alfalfa leaf-cutting bee been given, the history and development of its study at home and abroad was summarized in the paper, including researches in the field of voltinism, diapause, relationship between voltinism and diapause, and the natural enemies in its reproduction.

Key words: Alfalfa leaf-cutting bee; Pollination; Voltinism; Diapause; Natural enemies

苜蓿切叶蜂(*Megachile rotundata* F.)具有群居习性的寡居蜂, 是苜蓿的高效传粉昆虫, 也是其他豆科牧草的重要传粉昆虫。苜蓿、白三叶等是豆科牧草, 花器小, 结构特殊, 其龙骨瓣对习惯采集开放型花的传粉昆虫采集花粉具有较大的阻碍, 蜜蜂等一些体型较大的传粉昆虫不能从花的正面打开这类豆科牧草花的龙骨瓣, 从而不能正常进行花粉采集, 只是从花的侧面吸取花蜜, 授粉效率较低, 显著低于苜蓿切叶蜂。由于此原因, 即使在苜蓿开花期间, 苜蓿制种地内有大量的体型较大的传粉昆虫活动, 缺少苜蓿切叶蜂时, 苜蓿种子产量通常很低。在苜蓿制种田人工释放苜蓿切叶蜂后, 苜蓿种子产量急剧增加, 一些地区的种子单产高达 1 000 kg/hm² 以上, 而不用苜蓿切叶蜂传粉的制种田仅为 50 kg/hm²(Kronic et al. 1995)。我国苜蓿生产历史悠久, 种植面积较大, 但单位面积产量低, 目前苜蓿制种田单产约为 20~150 kg/hm²,

其主要原因之一是缺乏有效的授粉昆虫, 这与发达国家平均 350~800kg/hm² 的产量相比, 差距较大。

目前国内外大部分研究者将苜蓿切叶蜂应用于大田作物杂交制种授粉研究, 李建平等(2002)将苜蓿切叶蜂用于大豆杂交制种研究, 研究结果表明, 在隔离条件下用苜蓿切叶蜂为不育系授粉, 结实率平均达到 70%以上, 最高可达 95%以上; 在田间开放条件下的大豆杂交育种制种田人工释放苜蓿切叶蜂, 不育系结实率达到 60%以上。

1 苜蓿切叶蜂化性研究

关于苜蓿切叶蜂不同化性种群间的差异国内外报道较少, Kronic 等(1972)对加拿大艾伯特不同化性种群的苜蓿切叶蜂进行了初步研究。结果表明, 环境对切叶蜂的化性有重要影响, 即使在所处环境完全相同的条件下, 约三分之二早期产的卵没有发育为二代, 这表明在试验的种群内化性与遗传有关。

对位于不同巢孔, 每个巢孔内的蜂茧分别单独进行研究。结果表明, 同一个巢孔内所有的茧都

收稿日期: 2007-08-22

作者简介: 李茂海(1972-), 男, 副研究员, 硕士, 现从事有益昆虫研究。

发育为二代蜂或连续几个茧发育为二代蜂, 这表明产生二代蜂的蜂茧可能是由个别雌蜂做的。春季羽化的蜂和第二代蜂在脉序方面的差异似乎与蜂的化性相关。许多个体的脉序显示一种连续的中间形态或左、右脉序不同, 这可能表明脉序特征受多基因控制(Krunic et al., 1972)。

苜蓿切叶蜂是兼性滞育昆虫, 一般为多化性种群, 但也有部分为一化性种群, 在世界各地均以滞育预蛹越冬, 但在各地区的代数不同。在美国西北部地区多为二化种群, 而在法国和加拿大中南部地区, 则大多为一化种群。我国引进该蜂后也存在此现象, 在北京二代发生率高达 45%, 在吉林省白城地区二代发生率仅为 5.5% (李少南, 1994), 而从加拿大萨斯卡通引进起源于法国的一化种群, 在吉林省白城地区和黑龙江省青冈地区释放的结果表明, 一般只发生一代, 第二代发生率较低, 但引进加拿大二化种群, 在东北苜蓿制种区, 大部分的一代蜂发育到预蛹后在茧内越冬, 约有 20%的预蛹不能滞育, 继续化蛹、羽化, 在 8 月份羽化为第二代成蜂。第二代蜂羽化后, 继续觅食、交尾、筑巢、产卵等活动, 若气候条件允许, 并且蜜源植物充足, 部分后代可进入预蛹状态, 滞育越冬, 但绝大多数后代因不能在霜冻前发育到预蛹状态, 不能滞育而导致死亡。根据我们多年实验观察, 二代蜂可以导致蜂大量损失。

在加拿大和美国苜蓿制种区, 商业化的苜蓿切叶蜂品系有不完全二代的生活史。部分个体在当年继续羽化为第二代蜂, 而其他蜂则进入滞育。第二代蜂发生的比例从北纬 42° 的 50%(Tepedino 和 Parker 1986)到北纬 50° 的约 5%(Krunic et al., 1972)。田间观察表明, 早期做的茧比晚期做的茧二代蜂的发生比例高。在加拿大艾伯特塔南部, 7 月 1 日前在蜂巢内做好的茧中 40%继续羽化为二代, 而在 8 月 1 日做的茧中仅有 1%羽化为二代(Krunic et al., 1972), 这表明二代蜂的产生可能与环境温度及光周期等因素有关。来自第二代蜂的损失主要偏重于雌蜂(Tepedino et al., 1986), 此外第二代蜂也是蜂白垩病的传播媒介 (Rank et al., 1990)。控制第二代蜂在低纬度地区的产生比例是能否成功繁殖苜蓿切叶蜂的关键因素。

遗传、生理和环境因子对苜蓿切叶蜂化性的影响了解甚少。遗传因子对滞育的影响表明, 一个巢孔内的蜂茧要不全部羽化为二代, 要不全部进入滞育(Krunic 1972; Johansen et al., 1973)。与加拿大的商业品系相比, 欧洲品系的苜蓿切叶蜂在加拿大萨斯

卡通和中国东北地区的第二代蜂发生少。

决定滞育与发育的因素不清楚。一些研究者认为, 温度是影响代数的主要因素, 而其他研究者证明其中也包含遗传因素。在夏季炎热、干旱的年份比夏季凉爽的年份产生更多的二代, 但不能确定是否这是雌蜂或发育中的幼虫对环境的一种反应。但整体趋势是随着纬度的增加, 二代蜂的比例逐步降低, 似乎环境和遗传因素共同决定发生代数。

苜蓿切叶蜂种群中第二代蜂的净效应结果可能是减少了蜂茧的回收数量。第二代雌蜂是否有时间繁殖后代和授粉作用的大小取决于第二代蜂羽化的早晚、剩余花的多少及羽化时的天气条件。二化种群在 25℃ 时, 从产卵到成虫羽化大约需 29~41d, 在最热的制种区, 最早成虫在 7 月中旬至月末羽化。据我们多年观测, 发现将蜂茧从蜂巢中分离出来之前, 第二代成虫在已封好的巢孔内羽化, 取样调查中也发现处于不同发育时期的蜂。如已封好的巢孔出口处有一个较大的圆洞表明此巢孔内的蜂已羽化。8 月仍然有切叶蜂雄蜂活动, 这是二代蜂存在的最好证据, 因为一代雄蜂在 7 月下旬已全部死亡。

2 苜蓿切叶蜂滞育的研究

苜蓿切叶蜂滞育的问题, 是对其进行研究的关键所在。Krunic(1972)早就证实了, 在同一种商用苜蓿切叶蜂种群中, 化性混杂, 最早做的蜂茧, 有大约 40%可以羽化为第二代蜂, 后来做的蜂茧羽化率迅速降低, 认为第二代的蜂茧可能是由少数蜂产生的, 为了降低因第二代蜂所造成的损失, 人们试图用人工诱导的方法, 增加滞育率, 但结论并不一致。

Bitner(1976)通过对回收蜂茧的研究, 认为预蛹的滞育率与幼虫期的光周期和温度无恒定的关系, 苜蓿切叶蜂的滞育可能是由上代雌蜂决定的。Parker 等(1982)通过雌蜂对滞育影响的研究证实了苜蓿切叶蜂滞育与上代雌蜂有关。Tasei 等(1978)将幼蜂放置于 15℃ 下, 结果发现幼蜂可以继续发育为成蜂, 只是发育速度比高温下要慢得多, 因而认为低温处理对增加滞育无效。Tepedino(1986)也支持这一观点, 他用 4 种温度(16~19℃)处理苜蓿切叶蜂的卵、幼虫、预蛹和成虫, 结果发现用低温处理卵和幼虫, 不能增加滞育率, 却增加了死亡率, 并使成虫体重减轻, 因为滞育蜂体内积累了一种特殊的蛋白质(Mr107000, pI6.55), 在化蛹期间这种蛋白质快速减少(Rank 等 1982, 1989)。而 Richards

(1984) 则认为, 将 3 龄以下的幼虫放在 20 ℃ 下, 10~14d 能够诱导滞育, 但没有提供详细数据资料。诱导苜蓿切叶蜂滞育的效果虽有争议, 但选择一化品系是可行的。苜蓿切叶蜂的滞育是由多基因控制的, Parker 等(1982)证实其遗传受母系的影响较大。要想进一步明确苜蓿切叶蜂滞育的全貌, 还应从生态、生理和遗传等多方面进行深入研究。

3 苜蓿切叶蜂化性与滞育的关系

Rank(1990)通过对蜂茧回收前温度的变化对苜蓿切叶蜂滞育发育影响的研究表明, 蜂茧分离前进行 24 d、10~30 ℃ 变温处理, 对蜂的滞育发育有重要影响。在自然条件下环境温度的自然昼夜变化可能更能促进滞育发育。很明显夜间低温可能促进滞育发育, 以至于早期做的茧完成了滞育发育过程, 打破滞育羽化为第二代蜂。由于品系和温度之间的互作明显, 表明遗传在滞育发育过程中起作用。在 10~30 ℃ 变温处理条件下, 一化性种群比二化性种群的滞育发育更快。此结果支持二代种群的遗传组成基本上是一致的观点。

苜蓿切叶蜂早期做的茧羽化为二代蜂的现象是早期雌蜂在做茧过程接受过一定光周期影响的结果。然而, Johansen 等(1973)注意到早期做好的蜂茧在两个不同的光周期条件下加温后, 所产生的二代比例相似, 此外, 加拿大萨斯卡通(52° 7'N, 7月最高温度平均为 25 ℃)夏季的光照时间长于美国的犹他州(39° 57'N, 7月最高温度平均为 33 ℃), 但二代蜂的比例显著低于犹他州。

目前大多数研究者认为, 影响苜蓿切叶蜂滞育的主要原因是光周期和温度。雌蜂感受光周期的变化是决定子代预蛹是否进入滞育的一个主要因素, 而高龄幼虫到预蛹这一阶段所感受的温度变化对预蛹滞育有很大的影响, 此时期如果环境温度低于 21.59 ± 1.03 ℃, 会有 50% 以上的个体进入滞育阶段(李瑞军等, 1998)。

4 苜蓿切叶蜂的病害

在苜蓿切叶蜂繁殖过程中, 由霉菌、酵母菌和细菌等引起的病害会导致苜蓿切叶蜂种群数量的减少。由于蜂茧碎叶片、茧内储备的蜂粮及幼虫尸体上产生霉菌, 对卵孵化、幼虫取食造成很大的影响, 可导致卵及幼虫死亡。此类霉菌主要有曲霉菌属(*Aspergillus*)、根霉菌属(*Rhizopus*)和散囊菌属(*Eurotium*)。在幼虫的尸体、蜂粮、蜂茧表面还存在酵母菌(*Trichosporonoides*)和细菌, 细菌主要为杆菌

属(*Bacillus*)和肠杆菌属(*Enterobacter*)。目前在苜蓿切叶蜂种群内存在的酵母菌可以影响幼虫的发育, 由于酵母菌可以使蜂采集用于产卵和幼虫取食的花蜜和花粉发酵, 可以直接导致蜂卵和幼虫的死亡, 同时霉菌可以利用幼虫尸体作为基物, 从蜂茧内向外开始生长, 致使整个蜂茧长满霉菌, 逐渐向其他蜂茧、成蜂及巢板传播(李茂海等, 2000)。

蜂囊菌病, 又称白垩病、蜂僵死症, 是苜蓿切叶蜂早期发育阶段最主要的病害, 是由蜂囊菌(*Ascosphaera aggregata* Skou)寄生引起苜蓿切叶蜂幼虫死亡的真菌性传染病, 此病在加拿大发病率小于 3%, 但美国则高达 50%~70%(Stephen, 1992; Richards, 1993)。此病害只感染苜蓿切叶蜂幼虫, 感病死亡的幼虫呈石灰状, 最初呈苍白色, 后变成深棕色到黑色。幼虫尸体干枯后成为质地疏松的白垩状物, 表皮有光泽、易破裂为赛璐玢状碎片, 含有感病死亡幼虫的蜂茧易破碎。当雌蜂羽化咬破蜂茧经过含有僵虫的蜂茧时, 雌性成蜂体毛就会粘上球孢菌的孢子, 这些孢子经蜂就会混在它采集的花粉粒中, 当幼虫食入带有被病菌孢子污染的花粉时, 孢子在肠内开始萌发, 菌丝开始生长, 尤其是在后肠, 菌丝生长旺盛, 然后菌丝穿透肠壁, 使后肠破裂, 进入体腔, 同时在死亡幼虫体表形成孢子囊。当幼虫死亡时, 真菌从幼虫表皮层内的孢囊产生孢子, 孢子囊成熟时很容易破裂并释放孢子。释放出的孢子污染巢板及蜂巢, 致使成蜂携带孢子进行再传染。

在美国和加拿大地区的大部分苜蓿切叶蜂种群中存在此病, 在我们近几年的苜蓿切叶蜂繁殖中, 并未发现此病害, 到目前为止, 尚未报道在苜蓿切叶蜂的人工繁殖中有白垩病发生。

5 苜蓿切叶蜂的天敌

苜蓿切叶蜂为苜蓿制种者带来了巨大的经济效益, 其繁殖规模在美国、加拿大等国的苜蓿制种区逐渐扩大。目前, 人工繁殖的苜蓿切叶蜂是在特制的多孔聚乙烯泡沫板中筑巢、采集花粉和花蜜繁衍后代。苜蓿切叶蜂最初在自然条件下, 天敌并不多见, 但由于在一个体积较小的巢板内可以营造上万个蜂茧、巢板的统一管理、秋季分离出的蜂茧集中储存以及春季蜂茧集中加温等都为天敌种群的增加创造了有利条件。在北美, 1961 年尚未有天敌的报道, 到 1966 年被记录的天敌已达 35 种, 其中以寄生蜂金小蜂(*Pteromalus apum* Retaus)、齿腿长尾小蜂(*Monodonotomerus obscurus* West)和切叶蜂齿

小蜂(*Tetrastichus megahilidis*)为主,次要的有红带寡毛土蜂(*Sapyga pumila*)、尖腹切叶蜂(*Coelioxys rufocaudata* Sn.)和暗蜂(*Stelis* spp.)。重要的捕食性天敌是女贞郭公虫(*Trichodes ornatus*),它不但大量捕食蜂幼虫,破坏蜂茧,还可以毁坏巢板,另外干果螟(*Vitula edmandsae serratilineella* Ragonot)在加拿大西部(特别是艾伯塔省)种群数量上升,其幼虫常常咬穿巢板的巢孔壁,破坏蜂茧,并且下年常导致里面的蜂茧被寄生蜂寄生。此外还有一些仓储害虫对蜂茧也可产生危害(Jack等,1982)。

近几年来在国内发现的苜蓿切叶蜂天敌主要是单齿腿长尾小蜂(*Monodontomerus minor* Ratz),其次是红花郭公虫(*Trichodes sinæ* Chev.),此外还有七黄斑蜂(*Anthidium septemspinusum* Lepelletier),其雌蜂与筑巢的苜蓿切叶蜂雌蜂竞争巢孔,影响苜蓿切叶蜂的正常筑巢活动,幼虫还可破坏筑巢的巢板,对苜蓿切叶蜂的繁殖也可造成一定的影响。

我国现在已发现多种苜蓿切叶蜂的天敌,但对苜蓿切叶蜂构成危害的主要有单齿腿长尾小蜂(*Monodontomerus minor* Ratz)和啮小蜂(*Tetrastichus* spp)(Zhang et al., 1992; 陈合明, 1995);一种重要的捕食性天敌是红花毛郭公虫(*Trichodes sinæ*)。在长期观察中发现,由于近几年苜蓿切叶蜂繁殖地比较固定,并且随苜蓿切叶蜂繁量的增加,一些次要天敌逐渐上升为主要天敌,对切叶蜂造成了一定的危害。

6 展望

从生物学、生理、生化等多角度,对两个化性种群的首蓿切叶蜂进行对比分析,明确不同化性种群间存在的差异,为以后种群的分析、鉴定提供依据,最终为控制苜蓿切叶蜂在人工繁蜂过程中二代蜂出现的比例,减少第二代蜂所造成的损失,提高繁蜂效率提供理论依据。

逐步研究与利用生物防治方法对目前人工繁殖中出现的主要天敌-金小蜂进行防治,取代化学防治,以此减少化学药剂对蜂的影响,并对在固定的繁蜂地所出现的新天敌进行更深入的研究,明确其生物学特性、发生规律,为以后切叶蜂人工繁殖过程中有害天敌的控制提供技术支撑。

在苜蓿制种和大豆杂交方面,苜蓿切叶蜂具有极大的经济价值和市场潜力。人工释放苜蓿切叶蜂是大幅度提高苜蓿制种产量的关键之一。目前我国苜蓿制种田种植面积为3万hm²,制种田每公顷需放蜂3.5万头,对蜂需求量巨大。大豆目前已经具备了杂种优势利用的基本条件,杂交种

能否用于生产最关键问题之一是不育系的授粉问题。一系列研究表明,苜蓿切叶蜂是大豆杂交最具有实用价值的传粉昆虫,授粉效果可满足杂交需求,在育种和制种过程中也将需要大量的切叶蜂。

参考文献:

- [1] Jack, D. Eves et al. Parasites, predators, and nest destroyers of the alfalfa leafcutter bee, *Megachile rotundata* (F.). A Western Regional Extension Publication. 1982. No. 32, 15pp.
- [2] Johansen, C. A., and Eves, J. D. Effects of chilling, humidity and seasonal conditions on emergence of the alfalfa leafcutting bee. *Environ. Entomol.* 1973. 2, 23-26.
- [3] Johansen, C. A., and J. D. Eves. Control of alfalfa leafcutter bee enemies. *Wash. St. Univ. Agr. Ext. Serv. E. M.* 2631. 1971. 10pp.
- [4] Kronic, M. D., and C. F. Hinks. The effect of temperature and of temperature pretreatment on diapause and on the synchronization of adult emergence in *Megachile rotundata*. *Can. Entomol.* 1972. 104: 889-893.
- [5] Kronic, M. D., and Hinks, Voltinism in *Megachile rotundata* (Megachilidae: Hymenoptera) in southern Alberta. *Can. Ent.* 1972. 104:185-188.
- [6] Kronic, M. D., and Tasei J. N., et al. Biology and management of *Megachile rotundata* Fabricius under European conditions. *Apicoltura*, 1995. 10:71-97.
- [7] Pankiw, P., J.A.C. Lieveise, and B. Siemens. The relationship between latitude and the emergence of alfalfa leafcutter bees *Megachile rotundata* (Hymeniptera: Megachilidae). *Can. J. of Entomology* 1980. 112:555-558.
- [8] Parker, F. D. Alfalfa leafcutting bee: origin of female and its influence on diapause. *Proceedings of the 10th International Symposium on Pollination*, Md. Agric. Exp. Stn. Spec. Misc. Publ. 1978. 1: 269-272.
- [9] Parker, F. D., and Tepedino, V. J. Maternal influence on diapause in the alfalfa leafcutting bee (Hymenoptera: Megachilidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 1982. 75, 407-410.
- [10] Rank, G. H., and Rank F. P. Diapause intensity in a French univoltine and a Saskatchewan commercial strain of *Megachile rotundata* (Fab.). *Can. Ent.* 1989. 121:141-148.
- [11] Rank, G. H., and Rank F. P. Pre-harvest diurnal temperature variations increase diapause development in the alfalfa leafcutting bee *Megachile rotundata* (Fab.) (Hym., Megachilidae). *J. Appl. Ent.* 1990. 110:313-317.
- [12] Richards, K. W. Alfalfa leafcutter bee management in western Canada. *Agric. Can. Publ.* 1495 (revised). 1984.53 pp.
- [13] Stephen, S. P. et al. Current status of the leafcutting bee, *Megachile rotundata*, as a pollinator alfalfa seed. *Bee Science*. 1992. 2(3): 135.
- [14] Stephen, W. P., and J. M. Undurraga. Chalk brood disease in the leafcutting bee. *Oregon State Univ. Bull.* 1978. 630.
- [15] Tepedino, V. J., and Parker, F. D. Effect of rearing temperature on mortality, second-generation emergence, and Size of Adult in *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae) (下转第65页)

色。我国除了少数资本、知识密集的地区可发展高新技术产业产业集群外,大部分县域积累低,没有利用外资的地理优势和高素质的人才,惟有丰富的廉价劳动力,因此,大部分地区还应立足于发展传统产业的集群经济,通过对传统产业的技术改造和组织创新,提高产品、产业的档次和效益,并使之成为进行知识、资本积累的平台。

3.2 加快产业集群公共政策和公共产品的供给

良好的公共产品的提供能够吸引更多的企业向县域内聚集。一方面,政府应建立起全国性的产业集群地理分布图和数据库,制定技术创新、融资担保、土地管理与城市规划、国际市场开拓、专门人才培养等专门针对产业集群的扶持政策。另一方面,由于产业集群的主题是数量众多的中小企业,一些必要的设施和产品很难由单个企业自主提供,因此,政府应发挥弥补“市场失灵”的功能,在提供良好行政服务的同时,加大投入,在道路、环保、人才培养、信息服务等公共产品或准产品上为产业集群提供有效保障。

3.3 加快行业协会等中介组织的建立

产业集群市场主体的多元化需要中介组织协调行动。在产业集群发展中行业协会在沟通政府关系、协调企业之间、行业之间、行业与其他社会组织的关系、制定行业标准、消除恶性竞争、调解行业纠纷、加强行业自律等方面有独到的作用。在组建行业协会的过程中县级政府应做的是:引导和推动各类行业协会、商会、同业工会等社会中介组织的建立健全;取消对民营中介组织的歧视政策允许民营组织进入外贸、金融、保险、投资银行等行业发展业务对行业协会举办的行业展销会、订货会等给予大力支持,优先满足主导产业的公

共需求;积极为中介组织营造透明的法制环境,大力培养和培训各类中介服务人才,通过考试制度和选拔制度不断促进中介服务人员自身素质和业务水平的提高。

3.4 大力培养产业集群文化

产业集群不仅是一种经济现象,而是一个经济、社会、文化等多层面的区域复合体。一定地域的人文传统,对于集训经济的发展也起着重要的作用。一方面,根据产业集群成员的社会关系,通过举办各种文化“沙龙”等形式,强化集群的情感氛围;另一方面,加强集群成员的团队精神培育,革除少数人“搭便车”的不良习性,在集群内形成团结向上、和衷共济的精神氛围。此外,要加强诚信教育、培育集群成员遵纪守法、诚信为本、操守为重的理念,对那些制假售假、言而无信的害群之马,要及时通过信用体系公之于众,以儆效尤,强化集群内的道德氛围。通过对成员进行良好的文化培育,可以进一步在集群内奠定“信用与承诺”这一基石,大大降低集群交易的成本,为企业节省许多协调和谈判成本,从而提高集群内企业运行的效率。

参考文献:

[1] 迈克尔·波特. 竞争论[M]. 北京: 中信出版社, 2003: 208-219.
 [2] 孙祖荣, 施 萍. 产业集群与区域经济发展[J]. 经济研究参考, 2005(65).
 [3] 江激宇, 叶依广, 许 多. 区域集群战略: 发展壮大县域经济的一种思路[J]. 农业经济问题, 2005(8).
 [4] 郭志刚, 贾善和. 产业集群助推四川县城经济发展[J]. 商业研究, 2006(16).
 [5] 曹 霞. 论西部产业集群发展中政府、企业与中介组织的作用[J]. 前沿, 2005(11): 42-44.



(上接第 39 页)[J]. Econ. Entomol. 1986. 79:974-977.

[16] Zhang Weiwei, et al. Biology of *Monodontomerus minor*, a clepeoparasite of the leafcutting bee, *Megachile rotundata*. In Proceeding of the International Workshop on Non- Apis bees and their Role as crop pollinators. Logan. Utah. 1992. 84.
 [17] 陈合明, 等. 苜蓿切叶蜂的重要天敌- 单齿腿长尾小蜂的初步研究[J]. 草地学报, 1995, 3(3):251-253.
 [18] 陈合明. 苜蓿切叶蜂在我国的繁殖利用研究近况[C]. 中国昆虫学会成立 50 周年纪念会暨学术讨论会论文摘要集. 1994, 579.
 [19] 减福君, 等. 苜蓿切叶蜂繁育及对苜蓿种子产量影响情况初报[J]. 黑龙江畜牧兽医, 1999 (8):20-21.

[20] 李建平, 等. 大豆不育系传粉昆虫及传粉技术研究[J]. 吉林农业科学, 2002(增刊):4-6.
 [21] 李建平, 等. 中国苜蓿切叶蜂的研究和应用[J]. 吉林农业科学, 2005, 30 (3): 9-11.32.
 [22] 李茂海, 等. 苜蓿切叶蜂繁殖过程中病害及其防治[J]. 吉林农业科学, 2002(增刊):11-13.
 [23] 李瑞军, 等. 苜蓿切叶蜂滞育的诱导因素研究[J]. 昆虫学报, 1998, 4(增刊). 60-67.
 [24] 李少南, 等. 苜蓿切叶蜂在北京地区为头茬苜蓿授粉后的回收与种子增产效应[J]. 草业科学, 1991, 8(2):46-49.
 [25] 李少南. 授粉季节的气候因素对苜蓿切叶蜂二代发生率的影响[J]. 昆虫知识, 1994, 31(1):38-40.