

文章编号: 1003-8701(2002)S1-0004-03

大豆不育系传粉昆虫及传粉技术研究

李建平, 李茂海, 杨桂华, 曲文莉, 毕良臣

(吉林省农科院植保所, 吉林 公主岭 136100)

摘 要:报道了公主岭地区大豆野生传粉昆虫种类及筛选出的苜蓿切叶蜂为大豆不育系在网室内和田间的传粉昆虫,使网室内不育系结实率平均达到了 70% 以上,田间达到了 75% 以上,并讨论了提高传粉效率的途径和方法。

关键词:大豆;传粉昆虫;切叶蜂

中图分类号:S476.3

文献标识码:A

我国大豆播种面积居世界第三位,年播种面积约 500~700 万 hm^2 。从 80 年代以来,种植面积大幅度下降,主要原因是大豆单产低,经济效益差。导致大豆大量进口,去年进口量等于我国大豆总产量,国家急需在短期内大幅度提高单产,缓解进口大豆对我国的冲击。为此,在“九五”和“十五”期间,大豆被吉林省和国家列为重点攻关对象。

单产提高途径有两个:第一是通过栽培管理等措施来提高;第二是培育新的高产品种。靠第一种措施难以在短期内大幅度提高单产,在第二种措施中,常规育种单产提高进展缓慢,因此,杂种优势的利用是短期内大幅度提高单产的关键。在过去 50 年内,美国玉米、小麦单产分别提高 168.3% 和 114.5%,主要原因是利用杂种优势,同期大豆单产仅提高 42%。

在主要农作物中,只有大豆的杂种优势至今未能利用。大豆为自交作物,能否利用杂种优势的关键问题有三个:(1)是否有适于杂交种生产的不育系;(2)是否能筛选出高优势的杂交组合;(3)是否能大量繁育不育系和杂交种。

我国在 1995 年已成功实现了大豆“三系”配套,在国际上处于领先地位。2001 年参加区试的组合增产 20%,具备了大豆杂种优势利用的前两个条件。

杂种优势利用必须进行大量品系之间的杂交和大量繁育不育系。大豆为自花授粉作物,由于其花粉的特殊性,不能象异交作物那样靠自然气流和风力来传播,自然杂交率极低,能否成功为不育系进行传粉是能否利用大豆杂种优势的关键。到目前为止,利用昆虫进行授粉几乎是解决此问题的唯一途径,传粉问题是大豆杂种优势利用的瓶颈,而在此方面的研究与利用在国内外几乎处于空白。用于大豆不育系传粉的昆虫必需具备两个条件:第一是传粉效率高,使不育系的结实率达到 65%;第二是种群数量大,或可人工饲养繁殖,有足够的群体满足授粉需求。

1 大豆传粉昆虫的筛选

1.1 大豆野生传粉昆虫资源的调查与鉴定

1997~2001 年对吉林省中部地区田间大豆传粉昆虫进行系统调查,采集的标本由中国科学院动物所鉴定。结果表明,主要有 24 个蜂种能为大豆传粉,其中切叶蜂属有 6 个种: *Megachile manchuriana* Yasum. (北方切叶蜂), *Megachile lagopoda pيلي* Ckll., *Megachile maritime* Kby, *Megachile willoughbiella* Kirby (单齿跗切叶蜂), *Megachile asloughliella* Kirby, *Megachile spp.*; 熊蜂属 3 个种: *Bombus ignitus* Smith (红光熊蜂), *Bombus patagiatus* Nylander (岷山密林熊蜂), *Bombus hypocrita* Perel; 地蜂属 5 个种: *Andrena spp.*, *Andrena owatula* Kirby,

Andrena kishidai Yasum, *Andrena kishidai* Yasumatsu, *Andrena ovifula* Kirby; 蜜蜂属 3 个种: *Apis mellifera ligustica* L (意大利蜜蜂), *Apis mellifera acucasica* Gorb (高加索蜂), *Apis cerana* Fabricius (中华蜜蜂); 条蜂属 1 个种: *Anthophora patruelis* Ckll; 隧蜂属 1 个种: *Lasioglossum subopacum* Smith (尖肩淡脉隧蜂); 其他有 *Rhopalomesia yamatsui* Hirashima (安棒腹蜂) 和 *Taeniothrips glycines* Okamoto (大豆蓟马)。还有一些蜂种待鉴定。

上述种类仅是 1998~2001 年期间在吉林省中部地区采集到的种类,在中部地区和其他地区可能为大豆传粉的昆虫肯定远远多于上述种类。虽然在自然界有许多昆虫能够大豆不育系传粉,但由于不同传粉昆虫在虫体结构、发生时间、生物学特性及采蜜行为等方面不同,传粉效率存在显著差异,其中膜翅目的昆虫传粉效率最高。尽管在自然界有许多种类的传粉昆虫,但由于耕作栽培措施、农药的大量应用、天敌及气候条件的影响等原因,种群数量一般都较低,难以达到大豆不育系制种授粉的需求,田间大豆不育系的自然结实率一般年份只有 5%~10%,个别品系结实率高的年份也只有 10%~20%。

在这些传粉昆虫中,切叶蜂属的昆虫传粉效率最高,原因是切叶蜂属的许多种类喜欢采集豆科植物的花粉,利用花粉和花蜜繁殖后代,在自然界的发生规律与大豆开花期同步,绝大多数切叶蜂飞行活动范围小,喜欢在蜂巢附近的蜜源植物上采集花粉。切叶蜂属在我国有 100 多个种,分布范围很广,是豆科植物最重要的传粉昆虫,其共同特点是花粉刷位于腹部,携粉量大,利用植物叶片做茧,有可能通过改善它们的生存环境或人工繁殖等人为措施来增加其种群数量,潜在利用价值较高。在 6 种切叶蜂中,吉林省中部地区种群密度最高、传粉能力最强的是北方切叶蜂 (*Megachile manchuriana* Yasum)。

1.2 大豆传粉昆虫的筛选

蜜蜂是最著名的传粉昆虫,若能为大豆不育系传粉,则是理想的首选昆虫。在寻找野生传粉昆虫的同时对蜜蜂为大豆不育系的传粉可行性进行了研究。结果表明:在网室内放蜜蜂时,绝大多数蜜蜂飞向网室顶棚和侧面,试图飞出网室,网室内大豆的花粉远远不能满足蜜蜂的需求,结果是蜂箱放入网室后大量蜜蜂逐渐死亡,个别蜜蜂在大豆花上采集花粉,但效率和不育系的结实率均不高,仅 30% 左右。大豆田间试验表明,放蜂后田间上空有大量蜜蜂飞行,但大豆花上蜜蜂很少。蜜蜂为大豆传粉效率低的原因可能与蜜蜂的传粉机制和生物学特性有关,蜜蜂蜂群数量大,有非常强的社会性行为,喜欢开放性花,对蜜源植物的花粉需求量大,而大豆为自花授粉作物,花对蜜蜂的吸引力弱,花小、花粉少,花的龙骨瓣结构也不适合蜜蜂的采蜜行为,在大豆花上蜜蜂往往是取食花蜜,而不是采集花粉。

切叶蜂属的传粉昆虫虽然有群居性,但没有社会性行为,个体之间几乎没有协同关系,而且许多种类喜欢豆科植物的花,一般成蜂的活动范围直径仅 400 m 左右,授粉隔离远远低于蜜蜂传粉的要求。

从大豆的生物学特性、传粉要求及传粉昆虫的传粉特性来看,苜蓿切叶蜂是目前最理想的传粉昆虫。在全球近 2 000 种切叶蜂中,目前能够成功繁殖的切叶蜂只有苜蓿切叶蜂一个种。苜蓿切叶蜂也属于切叶蜂属,起源于中亚,目前主要用于苜蓿制种田和其他豆科牧草制种田的授粉。此蜂原为野生蜂种,因其生物学特性的特殊性 & 高传粉效率,从 50 年代开始引起人们的注意,从 60 年代开始美国和加拿大对它的生物学特性、人工繁殖技术及应用技术进行了大量的研究,到 70 年代已形成了一套完整的人工繁殖技术体系,用于苜蓿制种田授粉,放蜂后制种田产量成倍增加。

我国在 80 年代末从加拿大试验性的引入苜蓿切叶蜂用于苜蓿制种田传粉研究。结果表明,田间放蜂后苜蓿制种田产量增加 0.5~7 倍。但由于技术、资金、气候等原因,未能对苜蓿切叶蜂进行成功的人工繁殖。确定切叶蜂为大豆不育系的首选传粉昆虫后,我们分别从法国和加拿大引进了苜蓿切叶蜂,对其生物学特性、发生规律、人工繁殖技术、传粉效率及传粉技术进行了大量的研究。通过传粉昆虫效率的比较及大豆不育系对传粉昆虫的需求,确认苜蓿切叶蜂是目前为大豆不育系传粉最有价值和应用前景的昆虫。

2 苜蓿切叶蜂在大豆杂种优势利用中的应用

2.1 在网室内的应用

网室用于大豆杂种优势利用研究中配制杂交组合、繁殖不育系及小批量制种时的隔离授粉。1997~2001 年间在累计近 300 个网室内利用苜蓿切叶蜂为大豆不育系进行了授粉。网室规格为 4 m×6 m×2.5

m 或 $6\text{ m} \times 18\text{ m} \times 2.5\text{ m}$, 每个网室内放 10~15 头雌蜂, 同时在网室内种植少量补充蜜源和诱集植物。传粉效果良好, 与相应保持系相比, 不育系平均结实率达到 70% 以上, 部分达到 100%, 未放蜂的对照不育系结实率仅为 5%, 解决了大豆杂交育种中的隔离授粉问题(具体数据略)。

2.2 田间传粉

2001 年在面积约 0.23 hm^2 的田间进行了田间开放条件下的传粉试验, 地点在吉林省西部的白城至洮南之间, 周围为水稻, 授粉隔离距离在 300 m 以上, 田间 1:1 隔行种植不育系母本和相应的父本, 用于繁育杂交种。在地里设置保护棚和蜂巢, 在室内对蜂茧加温, 当雄蜂开始羽化后, 把蜂茧放在田间保护棚内, 放蜂量为 15 000 个蜂茧。田间约每隔 10 m 移栽一株苜蓿或百脉根, 蜂茧完全羽化后去掉苜蓿和百脉根上的花。放蜂时大豆约 30% 开花。放蜂后的初步观察显示: 蜂在田间表现良好, 许多蜂在蜂巢周围飞行并在蜂巢内做茧, 在大豆花上发现许多在采集花蜜和花粉, 蜂的丢失不严重, 其行为与在田间苜蓿上繁蜂时的表现类似, 不育系结实率达到 75% 以上(具体数据略)。

2.3 大豆生物学特性与传粉效率的关系及提高传粉效率的途径

4 年的观察表明, 大豆不同品系间在生物学特性方面有显著差异, 与传粉效率密切相关的是植株株型、叶片特征和开花时间。一些晚熟品系株型高大, 叶片圆形、大而浓密、下垂, 有分支, 在开花初盛期就开始封垄, 严重影响苜蓿切叶蜂的活动和传粉效率; 而许多中、早熟品系叶片尖形、小而稀疏、上挺, 无或少分支, 花外露, 在开花盛期甚至后期都不封垄, 对蜂的活动和传粉非常有利, 传粉效率高。另外在配制杂交组合和制种中常遇到的问题是花期不遇, 特别是不同熟期品系的组合。由于气候条件的影响, 同一品系的花期在不同年份间可能相差一周以上, 常导致父、母本花期不遇, 严重影响不育系的结实率。根据大豆不同品系的生物学特性, 在播种时可通过调节株行距来避免开花期间过早封垄, 提高传粉效率, 即株、行距不应固定, 而由品种的特性来定, 尽可能准确的掌握各品系的开花时间及气象预报, 进行分期、分批播种, 确保花期相遇。

3 结 论

①苜蓿切叶蜂可完全解决大豆不育系的隔离授粉问题。

②到目前为止, 国内还未能稳定、成功的对苜蓿切叶蜂进行繁殖, 需对整个繁蜂技术进行系统研究, 为大豆杂种优势利用和苜蓿制种提供可靠的保证。

③大豆不育系田间传粉技术在国内外处于空白, 研究结果表明, 苜蓿切叶蜂极有可能解决大豆不育系田间传粉问题, 需对大豆田间传粉技术进行深入研究。

④需要对北方切叶蜂进一步进行研究, 特别是人工繁殖的可能性, 从生物学特性和传粉效率方面来看, 北方切叶蜂对当地气候条件的适应性比苜蓿切叶蜂好, 传粉效率也高, 若能人工繁殖, 无论在大豆还是苜蓿方面, 都是非常好的传粉昆虫, 目前对北方切叶蜂的研究和利用国内外处于空白, 未见任何报道。

Study of Pollinating Insects and Pollinating Technical of Soybean Male Sterile Plants

LI Jian-ping, LI Mao-hai, YANG Gui-hua, et al.

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

Abstract: The paper reported pollinating insects species of soybean male sterilelines in Gongzhuling area. The best pollinator is alfalfa leafcutting bee, *Megachile rotundata*, introduced from Canada among leafcutting bees. *M. rotundata*, was used to pollinate soybean male sterile plants in cages and fields during 1998~2001, the percent of seed set are over 70% and 75% in cage and fields respectively, comparing with normal soybean plants. The paper also discussed how to raise the seed set of soybean male sterile plants.

Key words: Soybean; *Megachile rotundata*; *Megachile rotundata*