

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2022.06.008

河北菜用大豆田昆虫群落功能团组成及多样性研究

高慧敏¹, 巴义彬², 冉红凡³, 田玉¹,
孙英焘¹, 郝玲玉¹, 赵思佳¹, 曹岩坡¹

1. 河北省农林科学院 经济作物研究所/河北省蔬菜工程技术研究中心, 石家庄 050051;
2. 河北大学 博物馆, 河北 保定 071000;
3. 河北省农林科学院 植物保护研究所/河北省农业有害生物综合防治工程技术研究中心/
农业部华北北部作物有害生物综合治理重点实验室, 河北 保定 071000

摘要: 为研究河北省菜用大豆田昆虫群落功能团结构及其多样性的变化, 于 2018 年 5—10 月, 采用马来氏网对该地区昆虫进行调查, 共采集昆虫 6 888 头, 隶属于 11 目 94 科 255 种, 按照营养和取食习性分为吸收式害虫、咀嚼式害虫、天敌昆虫和中性昆虫 4 个功能团; 采用群落结构特征参数比较分析了各功能团的结构特征与动态。结果表明: 各功能团的相对丰盛度由大到小为咀嚼式害虫、吸收式害虫、天敌昆虫、中性昆虫, 且不同功能团的优势类群相对丰盛度随季节变化明显; 该地区主要有 5 种吸收式害虫和 1 种咀嚼式害虫, 优势天敌有 8 种。菜用大豆田昆虫群落具有较高的稳定性, 仅极少数吸收式害虫早期大发生的可能性大, 需要提前做好预防。

关键词: 菜用大豆; 昆虫功能团; 群落结构

中图分类号: Q969.9; Q968.1 **文献标志码:** A

文章编号: 1673-9868(2022)06-0073-07

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Functional Guild Composition and Diversity of Insect Communities in Vegetable Soybean Field in Hebei Province

GAO Huimin¹, BA Yibin², RAN Hongfan³, TIAN Yu¹,
SUN Yingtao¹, HAO Lingyu¹, ZHAO Sijia¹, CAO Yanpo¹

1. Institute of Cash Crops, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences/Hebei Vegetable Engineering Technology Research Center, Shijiazhuang 050051, China;
2. Hebei University Museum, Baoding Hebei 071000, China;
3. Institute of Plant Protection, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences/IPM Center of Hebei Province/Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Northern Region of North China of Ministry of Agriculture, Baoding Hebei 071000, China

收稿日期: 2020-10-27

基金项目: 现代农业产业技术体系项目(CARS-23-G-05); 国家自然科学基金应急项目(31750002); 国家天敌等昆虫资源数据中心观测监测项目(ZX09S030101); 河北省农林科学院创新工程课题(2019-3-2-1; 2019-1-1-6); 河北省组织部第三批“巨人计划”蔬菜科研创新团队项目。

作者简介: 高慧敏, 硕士, 副研究员, 主要从事蔬菜栽培及绿色防控技术的研究。

通信作者: 曹岩坡, 硕士, 副研究员。

Abstract: To investigate the structure of functional guild and variance of biodiversity of the insect community in vegetable soybean fields in Hebei Province, a fauna investigation was carried out using Malaise trap from May to October in 2018. Totally 6 888 insects were collected, including 255 species belonging to 94 families, 11 orders. According to the nutrition requirement and feeding habit, the collected specimens were categorized into 4 guilds, including sucking pests, chewing pests, natural enemies of insect pests and neutral insects. The structure and dynamics of each guild were analyzed with community structure parameters. The results showed that the relative abundance of the four guilds was chewing pests>sucking pests>natural enemies>neutral insects, and varied with seasons. The dominant species included 5 species of sucking pests, one species of chewing pest, and 8 species of natural enemies. Generally, the insect community in the vegetable soybean field in Hebei showed a high stability. Only few species of sucking pests showed a potential outbreak in early growing stage of vegetable soybean, which the precaution should be taken in advance.

Key words: vegetable soybean; insect guild; community structure

菜用大豆(*Glycine max*)又称毛豆,以其营养丰富、味道鲜美以及医药保健作用深受广大消费者的喜爱。近年来随着市场需求的增加,菜用大豆产业迅猛发展,我国已成为世界上最大的菜用大豆生产与出口国之一,主要分布在福建、浙江、江苏以及安徽、河北等地^[1]。然而,规模化生产与连年种植常造成害虫的大发生,威胁菜用大豆产业的发展。多年来,我国生态学家和学者们对不同作物田的节肢动物群落进行了研究^[2-5]。目前关于菜用大豆田昆虫群落的文献报道仅有节肢动物群落的种类组成^[6-7]、菜用大豆田害虫天敌资源调查^[8-9]等,而关于北方地区菜用大豆田昆虫群落组成及功能团方面的研究还未见报道。本文利用群落中功能团的多样性替代群落中物种的多样性,通过对河北省菜用大豆田昆虫群落营养结构的多样性变化进行调查,探明其昆虫群落的生物资源现状、群落营养结构及多样性变化,为进一步探讨北方地区菜用大豆田的科学管理与虫害综合防控提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

田间调查在河北省农林科学院经济作物研究所大河试验园区菜用大豆田进行(38°05'N, 114°18'E),面积 2 000 m²。菜用大豆于 2018 年 5 月 20 日播种,10 月 20 日收获。地块前茬为芦笋,同期周边地块种植有大葱、韭菜、甘蓝等蔬菜。

1.2 调查方法

2018 年 5 月 15 日至 10 月 31 日采用马来氏网开展昆虫诱集。将马来氏网安装于菜用大豆田核心区域,要求通风良好且阳光充足。拉紧固定绳索,使其各网面展开抻平;中间的黑色阻隔网下部与地面接触,不留缝隙,以便收集爬行类节肢动物。收集瓶中酒精(95%)持有量保持在 50%以上,每隔 15 d 换 1 次收集瓶,将收集瓶中的昆虫标本逐一编号进行分类鉴定及统计。在菜用大豆播种后立即挂网开始诱集,5 月 29 日第 1 次收样,更换收集瓶,此后每隔 15 d 收样 1 次。

1.3 功能团划分

按照营养和取食习性将昆虫样本分为吸收式害虫、咀嚼式害虫、天敌昆虫和中性昆虫 4 个功能团。个体数量占捕获总量大于 10%为优势类群,1%~10%为常见类群,不足 1%为稀有类群^[10]。

1.4 数据处理

数据采用 SPSS 23.0 进行统计分析,运用 R(V3.6.1)软件计算分析以下参数:

- 1) 物种相对丰盛度(N),为物种个体数占总个体数的比例。
- 2) 物种丰富度(S),即群落中物种数目的多少。

3) Shannon-Wiener 多样性指数(H')

$$H' = -\sum P_i \ln(P_i)$$

式中 P_i 为第 i 个科的个体占总个体数的比例.

4) 均匀性指数(E)

$$E = H / H_{\max}$$

式中 H 为实际观察的物种多样性指数, $H_{\max}$ 为最大的物种多样性指数, $H_{\max} = \ln S$ (S 为群落中的总物种数)^[11].

5) Gini-Simpson 指数(D)

$$D = \sum (n/N)^2$$

式中 n 为某一物种个体数, N 为总的个体数^[12].

群落结构相似性分析: 将物种个体数量原始数据进行对数转换, 计算 Bray-Curtis 相似指数, 建立各处理间相似性矩阵, 采用非参数的二因子相似性分析 (ANOSIM) 和非度量多维标度 (NMDS) 排序法分析各功能团的结构差异^[13].

2 结果与分析

2.1 昆虫群落组成结构

在菜用大豆的整个生长期共采集到 6 888 头昆虫, 隶属于 11 目 94 科 255 种. 根据营养关系与食性分为吸收式害虫、咀嚼式害虫、天敌昆虫及中性昆虫 4 个功能团 (表 1). 从物种丰富度上看, 咀嚼式害虫的物种丰富度最高 (104 种), 占总数的 40.79%, 其次为吸收式害虫 (65 种) 和天敌昆虫 (62 种), 中性昆虫种类最少 (24 种). 从个体数量上看, 吸收式害虫最多, 占总数 65.82%, 其中丝光小长蝽 *Nysius thymi* 个体总数高达 1 489 头, 占吸收式害虫总数的 32.84%, 占有所有诱集昆虫个体数的 21.62%. 其次, 烟蓟马 *Thrips tabaci*, 蚜虫 *Aphididae* sp., 假眼小绿叶蝉 *Empoasca vitis* 及条沙叶蝉 *Psammotettix striatus* 等, 个体数量在 200~700 头之间. 咀嚼式害虫种类多, 但除隆背花蓊甲 *Corticaria gibbosa* 外, 个体数均较少. 中性昆虫物种数与个体数在所有采集到的种类与个体数占比上均低于 10%.

此外调查发现 62 种昆虫为优势种群, 个体数占诱集到昆虫总数的 91.08%, 其余 193 种昆虫个体数仅占诱集到昆虫总数的 8.92%, 其中 77 种昆虫仅诱集到 1 头, 55 种昆虫诱集到 2~3 头, 61 种昆虫诱集到 4~5 头.

表 1 菜用大豆田昆虫功能团物种组成结构

功能团	物种数		个体数	
	数量/种	比例/%	数量/头	比例/%
吸收式害虫	65	25.49	4 534	65.82
咀嚼式害虫	104	40.79	1 080	15.68
天敌昆虫	62	24.31	656	9.53
中性昆虫	24	9.41	618	8.97
合计	255	100.00	6 888	100.00

2.2 菜用大豆主要害虫与天敌发生动态分析

在菜用大豆整个生长期有 6 种主要害虫, 包括 5 种吸收式害虫 (丝光小长蝽、烟蓟马、蚜虫、假眼小绿叶蝉、条沙叶蝉) 与 1 种咀嚼式害虫 (隆背花蓊甲), 6 种害虫的个体数之和占捕获昆虫总数的 51.03%. 丝光小长蝽种群数量在 6 月底达到最高峰, 之后下降, 至 7 月底数量有所回升, 但之后逐渐递减. 烟蓟马与条沙叶蝉自 5 月底开始至 6 月底数量逐渐增多, 之后虫口数量一直保持在较低水平, 至 10 月中旬近收获季烟蓟马的数量又有较大幅度升高. 咀嚼式害虫中, 隆背花蓊甲数量最多, 但与吸收式害虫相比, 数量显著低于吸收式害虫 (图 1).

菜用大豆田主要的天敌以捕食性天敌为主 (图 2), 主要包括龟纹瓢虫 *Propylea japonica*, 印度细腹

食蚜蝇 *Sphaerophoria indiana*, 东亚小花蝽 *Orius sauteri*, 十二斑褐菌瓢虫 *Vibidia duodecimguttata*, 日本通草蛉 *Chrysoperla nipponensis*, 深点食螨瓢虫 *Stethorus punctillum*. 其中龟纹瓢虫、印度细腹食蚜蝇和东亚小花蝽数量最多. 龟纹瓢虫在整个生长季节的发生数量比较稳定, 收获后其数量减至 0; 印度细腹食蚜蝇的发生高峰期出现在 6 月中旬; 东亚小花蝽的发生高峰期出现在 6 月下旬; 十二斑褐菌瓢虫主要发生在菜用大豆生长中后期(8 月中旬至 9 月中旬); 深点食螨瓢虫主要发生在菜用大豆生长中期(7 月中旬至 9 月中旬); 日本通草蛉在菜用大豆生长前期(6 月中、下旬)出现 1 个小高峰期, 而盛发期则出现在中后期(8 月下旬).

寄生性天敌白毛长腹土蜂 *Campsomeriella annulata* 和蚜茧蜂 *Aphidius* sp. 发生量相对较大, 分别活跃在 8 月和 7 月中上旬.

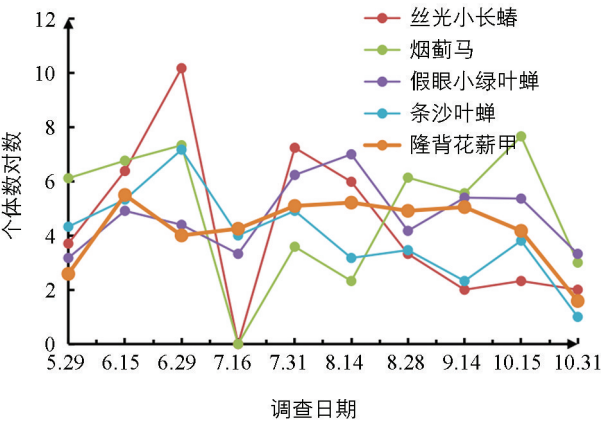


图 1 菜用大豆主要害虫发生动态

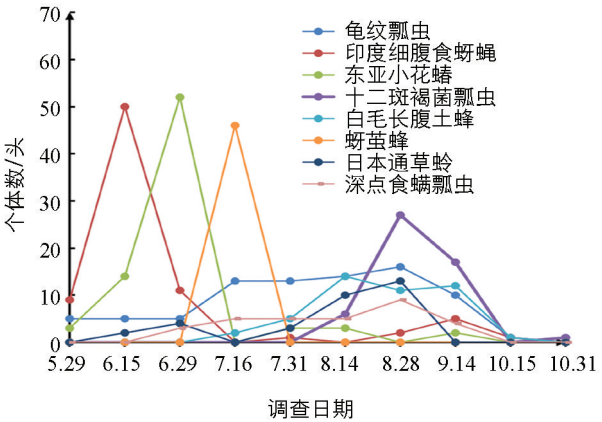


图 2 菜用大豆主要天敌发生动态

2.3 菜用大豆田昆虫各功能团物种相对丰盛度与物种丰富度的时间动态

在菜用大豆整个生长期内, 除 8 月底至 9 月中旬外, 其他各时期吸收式害虫的相对丰盛度均最高, 分别在 6 月中旬至 7 月底和 10 月中旬出现两个高峰. 咀嚼式害虫相对丰盛度在 8 月底至 9 月中旬最高. 天敌昆虫的相对丰盛度稳定在较低水平. 中性昆虫除在 7 月中旬出现 1 个高峰外, 其余时间均维持在较低水平(图 3).

各功能团的物种丰富度显示(图 4), 吸收式害虫和咀嚼式害虫的物种丰富度高于天敌昆虫与中性昆虫. 吸收式害虫的物种丰富度在 6 月保持较高水平, 之后略有降低并维持在中等水平, 至 9 月中旬后迅速降低. 咀嚼式害虫的丰富度在 6 月中旬和 9 月中旬出现两个峰值, 之后锐减. 天敌昆虫在整个生长前中期波动都不大, 在 9 月中旬之后迅速降低. 中性昆虫仅在 7 月中旬出现了 1 个高峰, 其余时间均维持在较低水平.

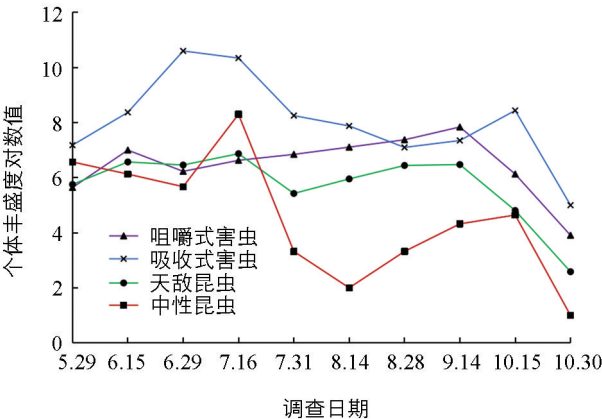


图 3 菜用大豆田昆虫各功能团
物种相对丰盛度时间动态

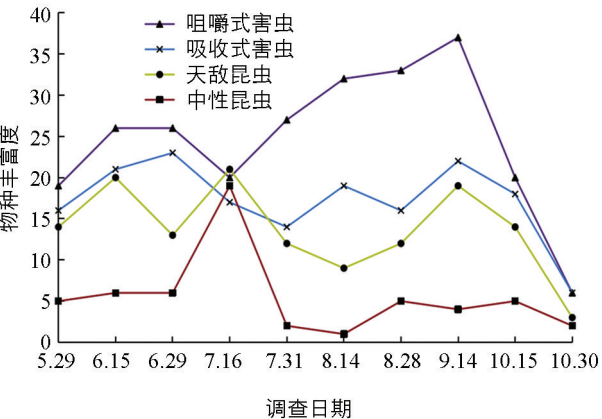


图 4 菜用大豆田昆虫各功能团
物种丰富度指数时间动态

各功能团的物种 Shannon-Wiener 多样性指数显示(图 5), 在菜用大豆生长期, 咀嚼式害虫的多样性多数时间高于其他 3 个功能团, 保持在 1.6~3.0 之间. 吸收式害虫在生长前期多样性指数较高(1.9), 之后呈现出下降—升高—下降的趋势. 天敌昆虫在菜用大豆生长前中期呈波浪式上升, 维持在 1.6~2.5 之间, 10 月中旬之后迅速下降. 中性昆虫多样性指数高峰出现在 7 月中旬, 之后迅速降低, 8 月中旬为 0, 之后迅速升至 1.4, 9 月至 10 月持续下降.

菜用大豆昆虫各功能团 Gini-Simpson 集中性指数分析显示(图 6), 咀嚼式害虫集中性指数在 5 月底至 10 月底均较高(0.7~0.9). 吸收式害虫 6 月中旬优势集中性最高, 之后迅速降低, 7 月中下旬有所回升并维持至 9 月中旬. 天敌昆虫则呈波浪式上升, 维持在 0.6~0.9 之间, 10 月中旬之后迅速降低. 中性昆虫波动幅度较大, 7 月中旬之后迅速降低, 8 月中旬为 0, 8 月底反弹至 0.7, 之后逐渐降低, 10 月底降至 0.5.

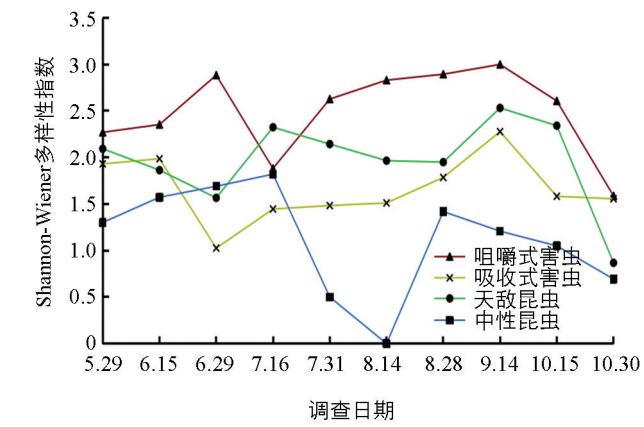


图 5 菜用大豆田昆虫各功能团 Shannon-Wiener 多样性指数时间动态

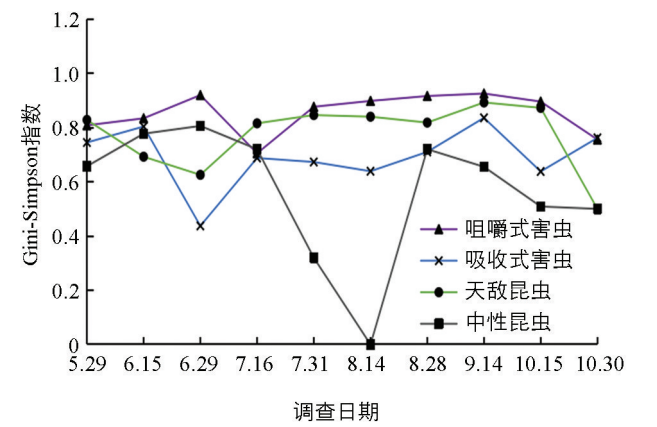


图 6 菜用大豆田昆虫各功能团 Gini-Simpson 集中性指数时间动态

菜用大豆田昆虫各功能团均匀度指数时间动态分析显示(图 7), 咀嚼式害虫的均匀度指数在整个生长期维持在较高水平(0.7~0.9). 吸收式害虫的均匀度指数较低, 且呈波浪式上升. 天敌昆虫在 5 月底至 10 月中旬维持在较高水平(0.6~0.9). 中性昆虫波动较大, 在 7 月底之前均维持在较高水平(0.7~0.9), 之后急剧下降, 8 月中旬至 0, 之后迅速上升—下降—上升, 10 月底上升至最高水平(1.0).

菜用大豆昆虫各功能团 NMDS 二维点图胁迫系数(stress)均小于 0.2. 由 NMDS 二维点图可知, 吸收式害虫、咀嚼式害虫及中性昆虫种类呈离散式分布, 而天敌昆虫则有较明显的聚群划分(图 8).

3 结论与讨论

生物多样性是指在一定地区所有生物物种及其遗传变异和生态系统的复杂性总称. 通过分析群落结构多样性, 比较该地区害虫群落结构及天敌种类与数量, 昆虫多样性研究已从物种多样性拓展至功能多样性^[14]. 利用昆虫群落中功能团多样性替代物种多样性, 可以使复杂的网络结构简单化, 不同类群间的关系更加清晰^[15-16]. 本研究采用马来氏网诱集, 调查分析了河北石家庄菜用大豆田主要害虫、天敌类群与发生动态. 共采集到 6 888 头昆虫标本, 分属 11 目 94 科 255 种, 分为吸收式害虫、咀嚼式害虫、天敌昆虫与中性昆虫 4 个功能团. 吸收式害虫中以丝光小长蝽、烟蓟马、蚜虫、假眼小绿叶蝉与条沙叶蝉为害最为严重.

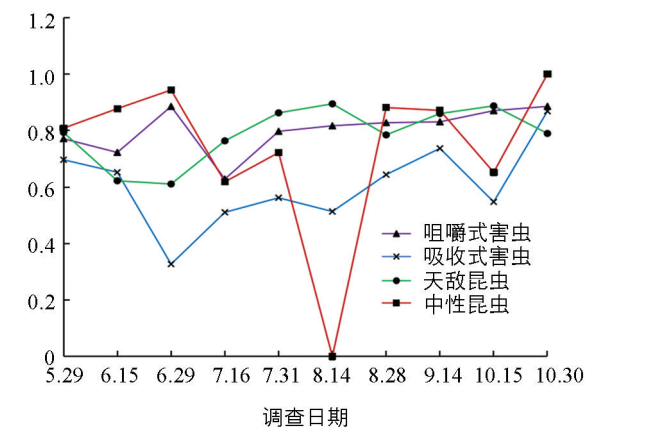


图 7 菜用大豆田昆虫各功能团 均匀度指数(Pielou)时间动态

咀嚼式害虫种类最多,但仅隆背花薪甲发生数量较多,可能引起较大为害。天敌昆虫则以捕食性的龟纹瓢虫、印度细腹食蚜蝇、东亚小花蝽、十二斑褐菌瓢虫、日本通草蛉、深点食螨瓢虫等为主,其中龟纹瓢虫、印度细腹食蚜蝇与东亚小花蝽数量总体最多;寄生性天敌蚜茧蜂与白毛长腹土蜂数量也相对较多。与其他研究相比,本研究获得的节肢动物物种数更多,这可能与试验地周围的植被更加丰富有关^[9,17]。

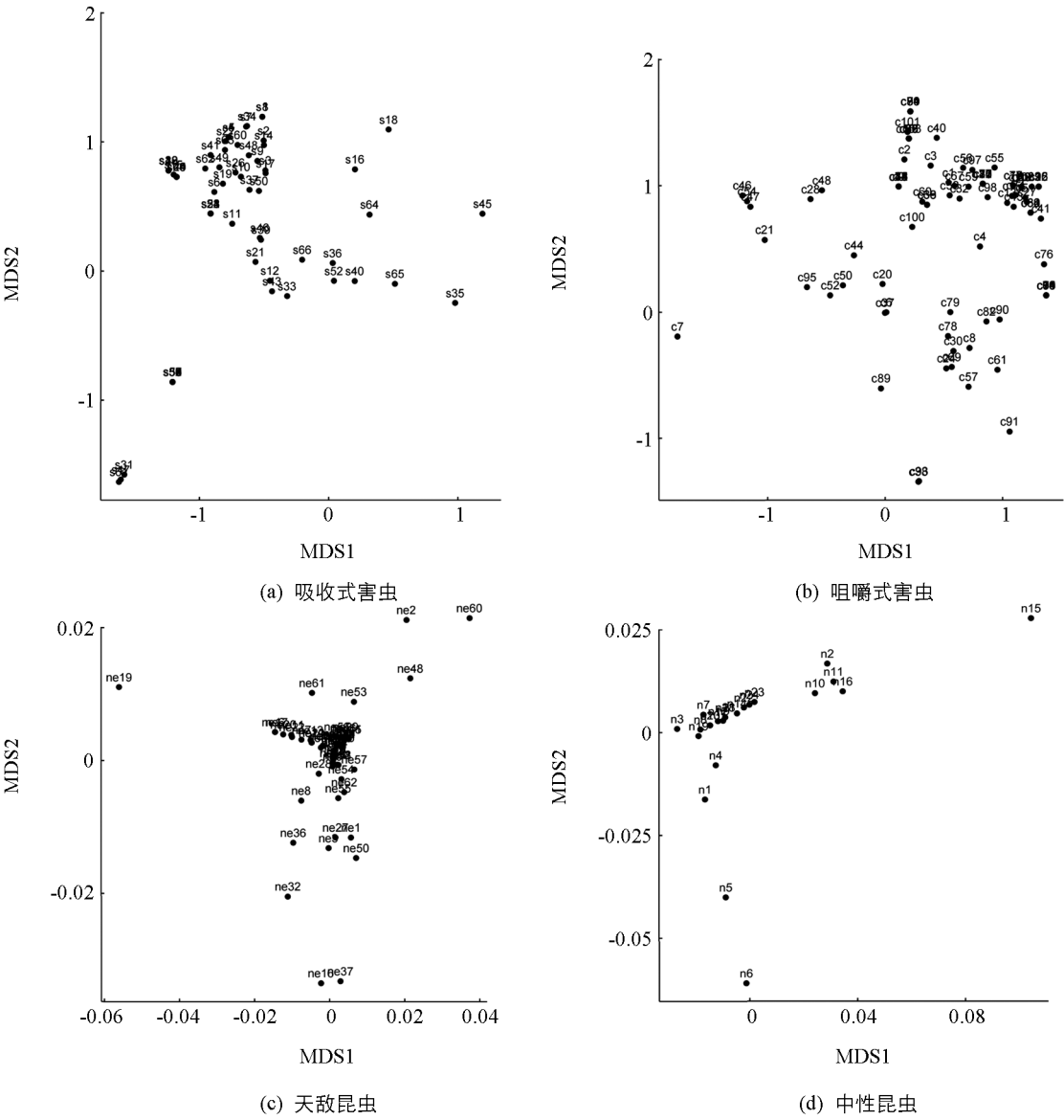


图 8 菜用大豆田昆虫各功能团 NMDS 二维点图

本研究首次发现丝光小长蝽为菜用大豆上的重要害虫,在 6 月中下旬种群数量急剧增加,这与此前仅有零星分布的报道存在一定差异^[18],其对菜用大豆的危害与防治有待进一步研究。此外,烟粉虱在河北与福州均为菜用大豆重要害虫,而在福州危害严重的斜纹夜蛾 *Prodenia litura* Fabricius 和豆银纹夜蛾 *Autographa nigrisigna* Walker 等鳞翅目害虫在河北地区仅为零星发生^[8]。本研究中蚜虫、假眼小绿叶蝉、烟蓟马、烟粉虱种群数量较多,这与山东、长春等地的菜用大豆上的主要害虫种类报道相一致^[19-23]。此前已报道的菜用大豆田天敌中瓢虫科、食蚜蝇科、小蜂总科等的一些种类为优势种^[8],本研究中获得的天敌仅为昆虫纲 5 目 62 种,以捕食性的龟纹瓢虫、印度细腹食蚜蝇、东亚小花蝽、十二斑褐菌瓢虫、日本通草蛉、深点食螨瓢虫等种类为主,蛛形纲天敌有待调查。龟纹瓢虫、东亚小花蝽、日本通草蛉等捕食性天敌为全国广布种,其他种类仅在河北为优势种。

由于气候条件、耕作制度以及周边田块植被不同,导致南北方菜用大豆田主要害虫与天敌类群存在较

大差异。石家庄菜用大豆田主要害虫种类较少,这可能是因周边植被丰富、整体物种多样性较高、群落结构稳定等环境条件决定的。本研究明确了石家庄菜用大豆主要害虫与天敌类群,为当地有针对性地制定有效的害虫防治策略提供了理论与指导依据。

参考文献:

- [1] 刘璐. 我国特用大豆种植情况及产业分析 [D]. 南京: 南京农业大学, 2014.
- [2] 王国昌, 梁海燕. 板蓝根田节肢动物群落的结构与多样性研究 [J]. 广西植物, 2018, 38(6): 788-794.
- [3] 朱莹, 姜韬, 杨益众. 玉米田节肢动物群落研究进展 [J]. 植物保护, 2017, 43(6): 5-9.
- [4] 李静纳, 范适, 胡春梅, 等. 湖南三叶青田间节肢动物群落结构特征 [J]. 衡阳师范学院学报, 2019, 40(6): 99-105.
- [5] 尹鹏, 丁新华, 付开赞, 等. 新疆春播玉米节肢动物群落结构及时序动态 [J]. 中国生物防治学报, 2018, 34(4): 499-508.
- [6] 吴梅香, 黄雪峰, 吴珍泉, 等. 菜用大豆田害虫天敌资源调查初报 [J]. 华东昆虫学报, 2008, 17(2): 115-119.
- [7] 冉红凡, 曹岩坡, 巴义彬, 等. 石家庄市菜用大豆田节肢动物群落结构及多样性 [J]. 环境昆虫学报, 2020, 42(5): 1159-1167.
- [8] 吴梅香, 许开腾. 福州郊区菜用大豆害虫的初步研究 [J]. 武夷科学, 2002, 18(1): 27-32.
- [9] 吴梅香. 菜用大豆田节肢动物群落的研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2006.
- [10] 王建芳, 王新谱. 宁夏水洞沟湿地昆虫群落多样性分析与评价 [J]. 昆虫知识, 2010, 47(5): 962-967.
- [11] PIELOU E C. Shannon's Formula as a Measure of Specific Diversity: Its Use and Misuse [J]. The American Naturalist, 1966, 100(914): 463-465.
- [12] SIMPSON E H. Measurement of Diversity [J]. Nature, 1949, 163: 688.
- [13] 林真臻. 转 cry30Fa1 水稻及主对稻田节肢动物主要害虫的影响 [D]. 福州: 福建农林大学, 2020.
- [14] 彭萍, 王晓庆, 李品武, 等. 不同品种茶园害虫及天敌群落多样性研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2011, 33(6): 30-34.
- [15] 蒋万祥, 陈静, 王红妹, 等. 新薛河典型生境底栖动物功能性状及其多样性 [J]. 生态学报, 2018, 38(6): 2007-2016.
- [16] 姜双林. 紫花苜蓿草地节肢动物群落功能团和营养层的多样性 [J]. 生态学杂志, 2007, 26(4): 519-522.
- [17] 王建红, 邵金丽, 车少臣, 等. 北京园林绿地昆虫群落功能团的研究 [J]. 北京园林, 2008, 24(1): 18-25.
- [18] 汪文俊, 邹运鼎, 林雪飞, 等. 菜用大豆田节肢动物群落的种类组成 [J]. 安徽农学通报, 2007, 13(1): 65, 51.
- [19] GE X Y, LI J L. Review of the Genus *Nysius* Dallas from Mongolian Plateau (Hemiptera: Heteroptera: Orsillidae) [J]. Zootaxa, 2019, 45 (1): 171-183.
- [20] 迟家家. 菜用大豆田节肢动物群落结构及豆荚螟人工饲养技术 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2017.
- [21] 杨勤民, 孙敏, 徐玉芳, 等. 夏大豆田主要害虫和天敌群落结构的研究 [J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2004, 35(2): 217-220, 230.
- [22] 高月波. 大豆田节肢动物群落结构及演替规律研究 [D]. 长春: 吉林农业大学, 2006.
- [23] 高宇, 李汉宇, 王迪, 等. 大豆田节肢动物群落研究进展 [J]. 现代农业科技, 2019(1): 124-125, 127.

责任编辑 周仁惠