

大豆田间节肢动物群落调查 取样方法的比较研究*

李悦铭^{1**} 高宇¹ 吴磊² 苗雨¹ 许喆¹ 史树森^{1***}

(1. 吉林农业大学植物保护学院, 长春 130118; 2. 长春市农业技术推广站, 长春 130033)

摘要 【目的】为明确不同取样方法对分析农田节肢动物群落结构特征的影响。【方法】以大豆田间节肢动物群落为对象, 采用网捕(WB)、吸虫机(XC)、定点定株(DD)、黄盘(HP)诱集和陷阱杯(XJ)诱集5种取样方法进行大豆田间节肢动物群落调查, 并通过比较不同取样方法所得样本进行节肢动物群落结构特征分析结果的差异性, 明确不同取样方法的优劣与可替代性。【结果】WB法采集到的类群最多, 且与XC法无显著差异, DD法采集到的类群最少。从采集各目的科数、物种数和个体数看, WB法和XC法可采集大多数昆虫, DD法采集缨翅目昆虫最多, HP法采集膜翅目、双翅目、鞘翅目、跳虫目和蜚蠊目种类较多, XJ法采集直翅目、膜翅目、鞘翅目和跳虫目昆虫较多。群落结构特征分析结果显示, WB法和XC法相似性为0.75, 效果相当, 而其它方法之间相似性均小于0.42, 相互间差异较大。在农田节肢动物群落调查时, 采用WB+DD、WB+HP、WB+XJ 2种方法组合与WB+XC+DD+HP+XJ 5种方法组合获得的取样相似度均大于0.75的群落特征指标, 选用WB+DD+HP、WB+DD+XJ和WB+HP+XJ 3种含有WB的方法组合与WB+XC+DD+HP+XJ 5种方法组合获得的取样相似度均大于0.85的群落特征指标。【结论】正确选择或组合不同取样法进行群落调查可在有效提高群落生态研究的质量的同时减少调查工作量, 在实际研究工作中, 可根据群落对象特点和所关心的主要群落生态指标对调查取样方法进行合理选择。**关键词** 节肢动物; 群落调查; 相似性; 多样性; 取样方法; 方法组合

Comparison of sampling methods for investigating arthropod communities in soybean fields

LI Yue-Ming^{1**} GAO Yu¹ WU Lei² MIAO Yu¹ XU Zhe¹ SHI Shu-Sen^{1***}

(1. Jilin Agricultural University Plant Protection College, Changchun 130118, China;

2. Agricultural Technology Extension Station of Changchun City, Changchun 130033, China)

Abstract 【Objectives】To determine the effects of different sampling methods on the structural characteristics of arthropod communities in soybean fields. 【Methods】We investigated and compared the pros and cons of the net capture (WB), vacuum-suction (XC), fixed-point plant (DD), yellow trapping (HP), and trap-cup trapping (XJ) methods. 【Results】The WB method collected the most taxa, but there was no significant difference in number of taxa collected between this and the XC method. The DD method collected the least taxa. The WB and XC methods collected the most families, species and individuals. The DD method collected the most Thysanoptera, the HP method collected the most Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Acarina and Collembola, and the XJ method collected the most Orthoptera, Hymenoptera, Coleoptera and Collembola. In terms of community structure, the results obtained using the WB and XC methods were 0.75 similar; similarities among other methods were all less than 0.42. Combinations of two methods such as, WB+DD, WB+HP, and WB+XJ, obtained community characteristic indices > 0.75 similar to those obtained by the combination WB+XC+DD+HP+XJ. Each of three combinations containing the WB method; WB+DD+HP, WB+DD+XJ, and WB+HP+XJ, obtained a community characteristic index > 0.85

*资助项目 Supported projects: 国家重点研发计划资助 (2018YFD0201004); 国家现代农业产业技术体系建设专项 (CARS-04)

**第一作者 First author, E-mail: 609312839@qq.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: sss-63@263.net

收稿日期 Received: 2020-01-16; 接受日期 Accepted: 2020-11-18

similar to that obtained by WB+XC+DD+HP+XJ. Specific combinations of methods can be selected according to the taxa of interest. **[Conclusion]** Correct choice of combinations of different sampling methods can improve the quality of data obtained while reducing the workload. The survey sampling method can be selected to suit the objectives of the study.

Key words arthropod; community survey; similarity; diversity; sampling method; method combination

科学的调查取样方法是研究生态学问题的基础(郭玉杰等, 1995)。在群落调查时选择不同的取样方法可直接影响对该群落结构特征分析的科学性, 而不同取样方法因器具构造及采集原理的不同, 所获得样本对象和数量也不同。生物群落是生态系统中各类生物在特定环境条件下所形成的有机整体, 其多样性等结构特征反应该生态系统稳定性(金翠霞和吴亚, 1981; 王宇等, 2016), 多样性指数在评价害虫综合治理的生态效益中具有重要意义(耿金虎和沈佐锐, 2003)。节肢动物群落调查与分析是研究农田生态系统结构特征及其动态规律重要方法, 是实施农业害虫综合治理的基础性工作。在农业害虫综合管理过程中, 实施绿色可持续防控, 必须以农业生态系统为背景, 首先通过调查取样弄清农田生物群落结构组成及功能特征, 同时为了提高害虫预测预报的准确性, 也必须针对不同害虫及天敌的生物学特征, 选取适当的调查取样方法(王宇, 2016)。目前, 在农业生态学研究实践中采用不同的取样方法调查农田节肢动物种类, 这些取样方法各有其独自的特点, 且因调查的作物和节肢动物类群的不同而采取不同的取样方法。因此, 根据研究农作物种类及农田主要生物群落对象特征, 选取适当的取样方案(方法或方法组合)对正确认知该农田生态系统中生物群落结构特征及其各功能单位之间的关系尤为重要。本文以大豆田节肢动物群落为对象, 分别采用网捕法(WB)、吸虫机法(XC)、定点定株法(DD)、黄盘诱集法(HP)和陷阱杯诱集法(XJ)及 5 种取样方法的不同组合进行大豆田间节肢动物群落调查, 并通过比较不同取样方法所得样本分析节肢动物群落结构特征的差异性 or 相似性, 明确不同取样方法的优缺点与相互替代性, 为实施农田群落研究合理选择取样方法, 科学制定调查方案提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 调查取样及农田基本情况 试验在吉林省大豆区域技术创新中心(长春市)吉林农业大学科学实验基地大豆田进行。实验基地位于北纬 $N43^{\circ}47'51.14''$, 东经 $E125^{\circ}24'32.65''$, 属大陆性季风气候区, 春季干燥多风, 夏季湿热多雨, 秋季天高气爽, 冬季寒冷漫长, 具有四季分明, 雨热同季, 干湿适中的气候特征。大豆品种为吉农 30, 于 2019 年 5 月 1 日采用条播方式播种, 垄距 0.65 m, 播种密度 1.3 万株/667 m², 田间正常水肥管理, 整个生育期不使用杀虫剂, 取样田面积为 10 000 m²。

1.1.2 试验材料与工具 扫网(直径: 36 cm)、吸虫机(英国 Burkard Vortis)、塑料黄盘(直径: 33 cm)、透明塑料杯(直径: 5.6 cm, 高度: 8.2 cm)、白酒(高月波等, 2010)。

1.2 调查方法

从 7 月上旬起至 9 月中旬结束, 每隔 15-20 d 进行取样调查 1 次。具体采样时间为 7 月 6 日(开花期)、7 月 21 日(结荚期)、8 月 6 日(结荚期)、8 月 22 日(鼓粒期)、9 月 10 日(成熟期), 分别采用以下 5 种取样方法进行调查。

1.2.1 网捕取样法(WB) WB 法是采集节肢动物最常用的一种方法(高月波, 2006; 高月波等, 2014), 每小区(667 m²)采集取样 100 网(左右往返为 1 网)(何佳春等, 2013), 3 次重复。将采集到的节肢动物用毒瓶处理后, 分别用 75%酒精浸泡并带回实验室。

1.2.2 吸虫机取样法(XC) XC 法是指利用负压气流收集节肢动物的一种机器取样方法, 其原理是利用机器产生的气压差将节肢动物吸入采样装置(刘波等, 1994;)。每小区(667 m²)沿

垄向吸虫取样 100 延长米, 约含 2 400 株大豆, 3 次重复。将采集到的节肢动物用毒瓶处理后, 分别用 75%酒精浸泡, 并带回实验室(刘雨芳等, 1999; 陈洪凡等, 2017)。

1.2.3 定点定株取样法 (DD) DD 法每小区 (667 m^2) 随机选取 5 株, 3 次重复, 共取 15 株大豆, 为了防止植株上的节肢动物掉落, 将每株大豆直接剪下单独放入密封袋中, 并带回实验室 (Ezequiel *et al.*, 2017)。

1.2.4 黄盘诱集取样法 (HP) HP 法是根据许多昆虫具有趋向黄色的习性而设计的 1 种诱集方法 (李淳之, 1982; 付文等, 2017), 黄盘内放入 0.5%洗衣粉水, 每个小区 (667 m^2) 5 点放置, 3 次重复。黄盘放置 24 h 后取样, 将黄盘诱集到的节肢动物倒在纱布上, 筛掉洗衣粉水, 将诱集到的样本放入离心管中进行编号, 分别用 75%酒精浸泡, 并带回实验室。

1.2.5 陷阱杯诱集取样法 (XJ) XJ 法是利用趋性设置陷阱诱捕采集在地面上爬行的节肢动物。陷阱杯内装入白酒进行诱集 (罗天宏等, 2006; 黄杰灵等, 2013; 陆永跃等, 2015), 每个小区 (667 m^2) 5 点放置, 3 次重复。陷阱杯放置 24 h 后取样, 将每个陷阱杯中诱集到的节肢动物分别放入 50 mL 离心管中并进行编号, 分别用 75%酒精浸泡, 并带回实验室 (Townes and Arbor, 1962; 陈雪和郭宏伟, 2017; Sarinyarat *et al.*, 2017)。

1.3 分类和鉴定

将上述 5 种方法所采集到的节肢动物标本, 在显微镜下进行分类鉴定, 记录节肢动物种类和数量。对不能鉴定到种的按其所属目、科进行编号记录 (刘向东, 2013; 董会等, 2017)。

1.4 统计分析方法

(1) 物种丰富度指数 (S) 用群落中的物种数表示。

(2) 物种多样性指数 (H') 采用 Shannon-Winner 多样性指数来表示:

$$H' = -\sum P_i \ln P_i \text{ 其中, } P_i = N_i/N; P_i \text{ 是群落中第}$$

i 个物种的个体数量 (N_i) 占总个体数量 (N) 的比例 (吴进才等, 1993)。

(3) 群落均匀度 (J) 参考史树森等 (2012) 采用 Pielou 均匀度指数 (Evenness) 表示:

$$J = H'/H'_{\max} = H'/\ln S$$

其中, $H'_{\max}$ 为 H' 的最大理论值, 即假设群落中所有物种的个体数量都相同时的 H' 值, 实际计算时, 一般用 $\ln S$ 替代 $H'_{\max}$ 。

(4) 群落相似性分析参考郭萌萌等 (2018) 采用 Jaccard 指数用 C_j 表示:

$$C_j = c / (a + b - c)$$

式中: c 为两样地相同的物种数; a 、 b 分别为两样地各自物种数。该公式规定相似性等级是: 当 $0 \leq C_j < 0.25$ 时, 极不相似; 当 $0.25 \leq C_j < 0.50$ 时, 中等不相似; 当 $0.50 \leq C_j < 0.75$ 时, 中等相似; 当 $0.75 \leq C_j \leq 1.00$ 时, 极相似。

所有数据使用 Excel 2007 和 DPS 13.5 进行运算和统计, 采用 Duncan's 新复极差法进行多组样本间差异显著性分析 (刘生冬等, 2018; Marina *et al.*, 2018)。

2 结果与分析

2.1 不同取样方法调查大豆田间节肢动物群落组成比较

2.1.1 群落目组成的比较 由图 1 可知, WB 法采集的目数最多, 共诱集 10 个目的昆虫, 其次是 XC 法, 诱集到 9 个目的昆虫, HP 法与 XJ 法诱集到 7 个目, 最少的是 DD 法, 仅诱到 6 个目的昆虫。WB 法、XC 法诱集的昆虫种类之间没有显著性差异, 但均显著高于其它 3 种方法诱集到的昆虫种类, 而 DD 法、HP 法和 XJ 法之间无显著差异 ($P=0.0002$, $F=10.639$)。

2.1.2 群落各目科组成的比较 由图 2 可知, 除了跳虫目和缨翅目, 不同群落各目的科数均有显著性差异, 鳞翅目 ($F=4.571$, $P=0.0118$)、直翅目 ($F=6.701$, $P=0.0023$)、半翅目 ($F=4.940$, $P=0.0087$)、膜翅目 ($F=3.841$, $P=0.0226$)、双翅目 ($F=8.711$, $P=0.0003$)、鞘翅目 ($F=4.771$, $P=0.010$)、脉翅目 ($F=31.000$, $P=0.0001$)、蜚蠊

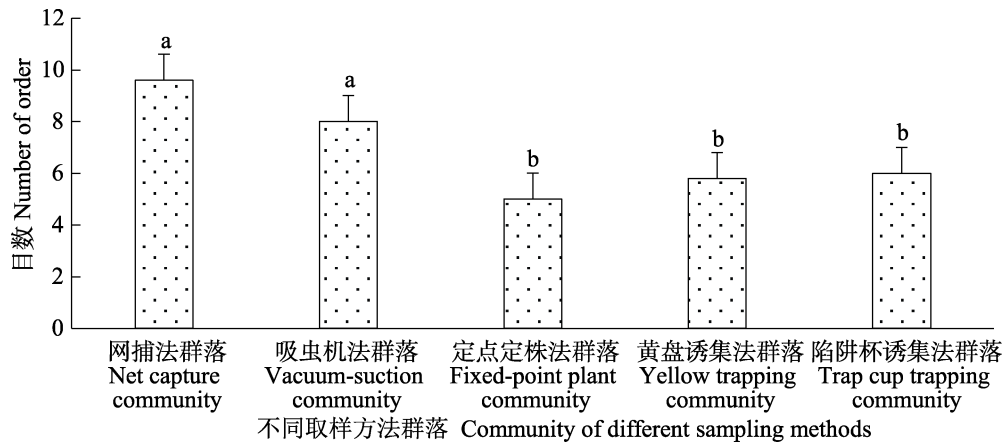


图 1 5 种调查方法节肢动物群落目的丰富度

Fig. 1 Difference analysis of the number of arthropod communities in five survey methods

柱上标有不同小写字母表示经 Duncan's 法检验存在差异显著 ($P < 0.05$)。下图同。

Histograms with different lowercase letters indicate significant difference tested by Duncan's method ($P < 0.05$). The same below.

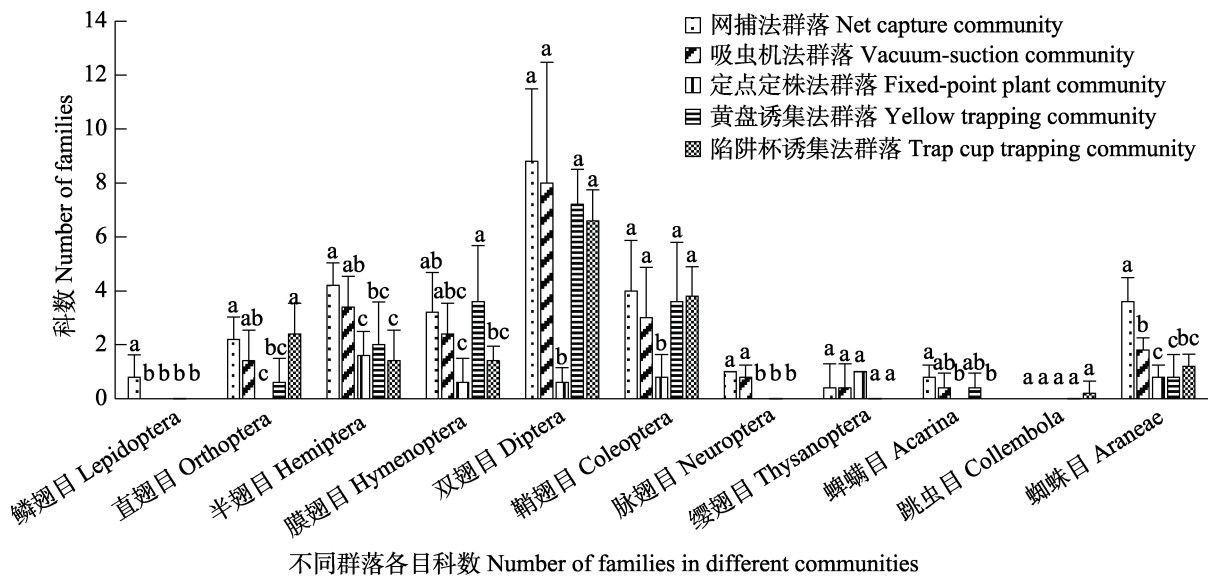


图 2 5 种取样方法节肢动物群落各目科的丰富度比较

Fig. 2 Comparison of the richness of arthropod communities in five sampling methods

目 ($F=3.027$, $P=0.049$)、蜘蛛目 ($F=16.842$, $P=0.001$), WB 法群落采集的双翅目科数最多, 与 XC、HP 和 XJ 法没有显著差异。

2.1.3 群落各目物种数组成的比较 由图 3 可知, 除了跳虫目和膜翅目, 不同群落各目的物种数均有显著性差异, 鳞翅目 ($F=4.571$, $P=0.0118$)、直翅目 ($F=6.126$, $P=0.0035$)、半翅目 ($F=9.369$, $P=0.0004$)、双翅目 ($F=16.180$, $P=0$)、鞘翅目 ($F=5.636$, $P=0.005$)、脉翅目

($F=31$, $P=0.0001$)、缨翅目 ($F=3.429$, $P=0.0332$) 蜱螨目 ($F=3.027$, $P=0.049$)、蜘蛛目 ($F=10.393$, $P=0.0002$), XC 法采集双翅目的物种数最多, 与 WB 和 HP 法没有显著性差异。

2.1.4 群落各目个体数组成的比较 由图 4 可知, 除了鳞翅目、半翅目和跳虫目, 不同群落各目的个体数均有显著性差异, 直翅目 ($F=6.369$, $P=0.0029$)、膜翅目 ($F=7.097$, $P=0.0017$)、双翅目 ($F=5.962$, $P=0.0039$)、鞘翅目 ($F=6.064$,

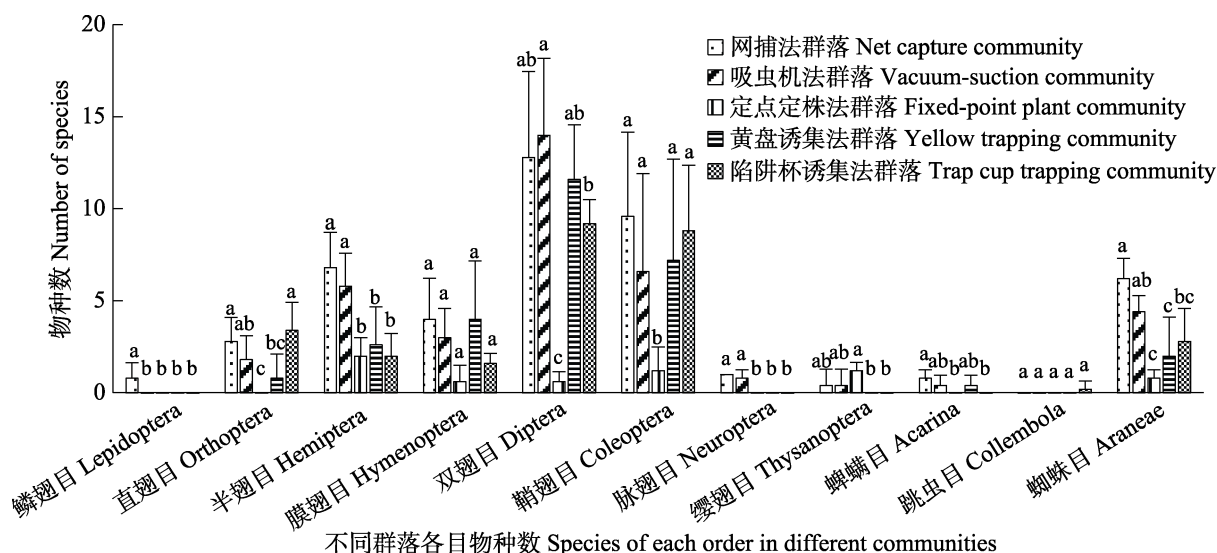


图 3 5 种取样方法节肢动物群落各目物种的丰富度比较

Fig. 3 Comparison of the richness of arthropod species in five sampling methods

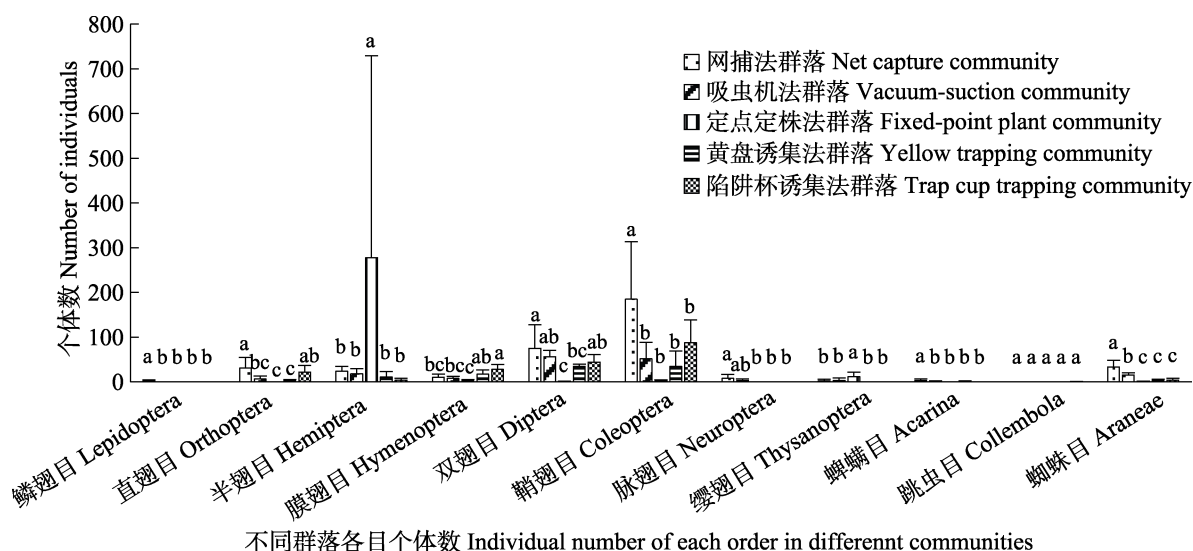


图 4 5 种取样方法节肢动物群落各目个体数的丰富度比较

Fig. 4 Comparison of the abundance of individual numbers of arthropod communities in five sampling methods

$P=0.0036$)、脉翅目 ($F=3.249$, $P=0.0394$)、缨翅目 ($F=3.395$, $P=0.0342$) 蜉蝣目 ($F=3.19$, $P=0.0417$)、蜘蛛目 ($F=19.345$, $P=0$), DD 法采集的半翅目个体数最多, 与其它 4 种方法有显著性差异。

2.1.5 群落各目优势种个体数的比较 由图 5 可见, DD 法采集的大豆蚜个体数最多, 与其他 4 种方法有显著差异; 双斑莹叶甲 ($F=4.298$, $P=0.015$)、二条叶甲 ($F=5.597$, $P=0.0052$)、草间小黑蛛 ($F=15.43$, $P=0$) WB 法采集双斑莹叶

甲、二条叶甲和草间小黑蛛个体数最多, 与其它 4 种方法有显著差异; XJ 法采集果蝇个体数最多, 与其它 4 种方法有显著差异。

2.2 不同取样法调查大豆田节肢动物群落结构特征比较分析

2.2.1 群落结构特征指数差异性分析 采用不同取样方法比较分析大豆节肢动物群落结构特征 (表 1), 群落丰富度指数 ($F=53.2000$, $P=0.0001$), 结果表明 WB 法的群落丰富度最高,

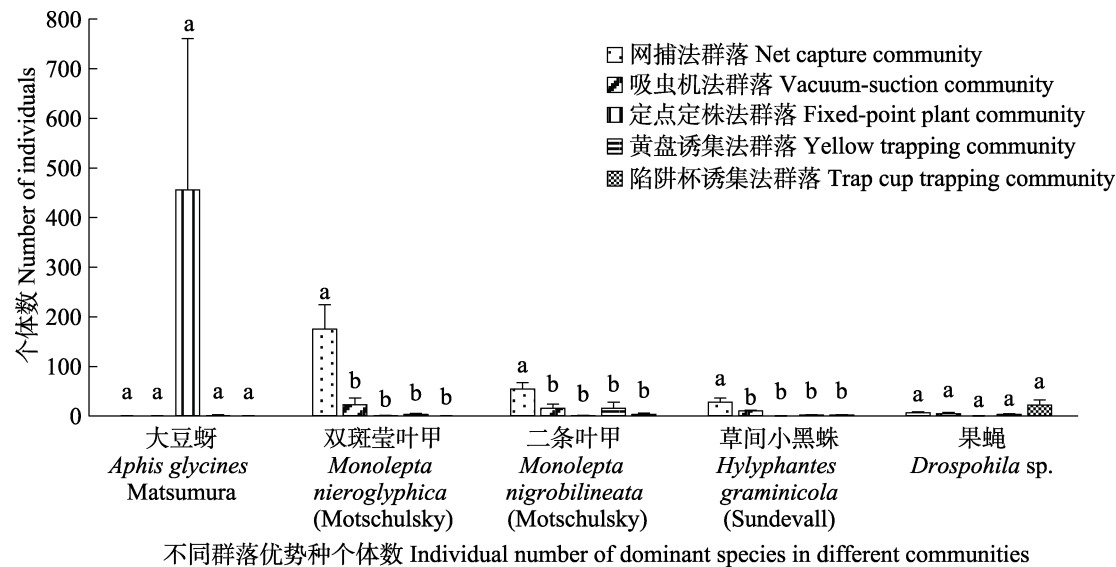


图 5 不同群落优势种个体数的比较
Fig. 5 Comparison of individual numbers of dominant species in different communities

表 1 不同取样方法群落结构特征差异性分析
Table 1 Different sampling methods community differences

群落 Community	丰富度 (S) Richness	多样性 (H') Diversity	均匀度 (J) Evenness
网捕法群落 Net capture community	40.80±5.64a	2.65±0.20a	0.72±0.04a
吸虫机法群落 Vacuum-suction community	32.80±6.76ab	2.78±0.34a	0.82±0.04a
定点定株法群落 Fixed-point plant community	6.80±1.11c	1.02±0.34b	0.58±0.19a
黄盘诱集法群落 Yellow trapping community	27.40±3.44b	2.88±0.15a	0.88±0.03a
陷阱杯诱集法群落 Trap cup trapping community	26.60±2.25b	2.65±0.11a	0.81±0.02a

表中数据为平均值±标准误 (n=4), 同列数据后标有不同小写字母表示经 Duncan's 法检验不同取样方法群落结构特征之间存在差异显著 (P<0.05)。
Data are mean±SE, and followed by different lowercase letters in the same column indicate significant difference between the community structure characteristics of different sampling methods by Duncan's method (P<0.05).

与 DD、HP 和 XJ 法的群落丰富度存在显著差异, 而与 XC 法的群落丰富度无显著差异。XC 法群落与 HP、XJ 法群落无显著性差异, DD 群落与其它 4 种取样法的群落都有显著性差异。可见, WB 法体现群落丰富度效果最佳, 效果最差的是 DD 法。
群落多样性指数 (F=12.522 0, P=0.000 1), WB 群落、XC 群落、HP 群落和 XJ 群落的多样性指数 H' 在 2.65-2.88 之间, 相互之间均无显著差异, 而 DD 法取样的群落多样性指数 H 最低仅为 1.02, 与其他 4 种取样法的群落均有显著性差异。可见, 除 DD 外, 其它 4 种取样法分析群落多样性效果相当。

群落均匀度指数 (F=1.727 0, P=0.174 4), 5 种取样法群落的均匀度指数不存在显著性差异 (P>0.05), J 值在 0.58-0.88 之间。
2.2.2 群落结构特征指数相似性分析 根据比较不同取样方法调查大豆田间节肢动物群落组成及结构特征 (表 2), 结果表明 WB 法与 XC 法具有很好的等效性 (群落相似性为 0.75) 和可替代性, 而 DD 法与其它 4 种方法群落相似性均 ≤0.07, 异质性最高, 不可替代, HP 和 XJ 法分别与其它 4 种方法群落相似性均 ≤0.42, 异质性也很高。故选择 WB 法代表 XC 法与其它 3 种取样方法做进一步组合分析。

2.3 不同取样法组合调查大豆田间节肢动物群落结构特征比较分析

2.3.1 群落结构特征差异性分析 从表 3 可以看出,群落丰富度指数($F=17.584\ 0$, $P=0.000\ 0$);

群落多样性指数 ($F=3.21$, $P=0.000\ 0$); 群落均匀度指数 ($F=1.736\ 0$, $P=0.029\ 2$) 如表 3 所示,如果以上述 5 种方法组合取样代表群落,当去掉 XC 时, WB+DD+HP+XJ 4 种方法组合取样的群落丰富度、多样性和均匀度指标与 5 种方法组合

表 2 不同取样方法群落结构特征相似性分析
Table 2 Similarity analysis of community structure characteristics of different sampling methods

群落 Community	网捕法群落 Net catch community	吸虫机法群落 Vacuum-suction community	定点定株法群落 Fixed-point plant community	黄盘诱集法群落 Yellow board trapping community	陷阱杯法诱集群落 Trap cup trapping community
网捕法群落 Net capture community	1.00				
吸虫机法群落 Vacuum-suction community	0.75	1.00			
定点定株法群落 Fixed-point plant community	0.05	0.04	1.00		
黄盘诱集法群落 Yellow board trapping community	0.40	0.42	0.07	1.00	
陷阱杯诱集法群落 Trap cup trapping community	0.36	0.35	0.07	0.38	1.00

表 3 不同取样方法组合间的群落结构特征差异性分析
Table 3 Analysis on the difference of community structure characteristics between different sampling method combinations

方法组合群落 Method combination community	丰富度 Richness	多样性 Diversity	均匀度 Evenness
WB+DD	45.40±5.87ef	3.61±0.44cde	0.66±0.08b
WB+HP	55.20±4.83cdef	4.42±0.28ab	0.77±0.05ab
WB+XJ	56.40±4.86cde	4.55±0.19ab	0.79±0.03ab
DD+HP	32.40±3.23g	3.26±0.74e	0.66±0.15b
DD+XJ	32.00±2.86g	3.40±0.60de	0.68±0.12ab
HP+XJ	43.60±1.72fg	4.52±0.11ab	0.83±0.02a
WB+DD+HP	59.60±4.84bcd	4.13±0.49abcd	0.70±0.09ab
WB+DD+XJ	60.80±5.19bc	4.27±0.42abc	0.72±0.07ab
WB+HP+XJ	65.80±3.26bc	4.81±0.18a	0.80±0.03ab
DD+HP+XJ	48.20±2.08def	3.91±0.60bcde	0.70±0.11ab
WB+DD+HP+XJ	70.00±3.52ab	4.51±0.42ab	0.74±0.07ab
WB+XC+DD+HP+XJ	78.20±2.80a	4.66±0.37ab	0.75±0.07ab

表中数据为平均值±标准误,同列数据后标有不同小写字母表示经 Duncan’s 法检验存在显著差异 ($P<0.05$)。WB: 网捕法群落; XC: 吸虫机法群落; DD: 定点定株法群落; HP: 黄盘诱集法群落; XJ: 陷阱杯诱集法群落。下表同。
Data are mean±SE, and followed by different lowercase letters indicate significant difference by Duncan’s method ($P<0.05$). WB: Net capture community; XC: Vacuum-suction community; DD: Fixed-point plant community; HP: Yellow board trapping community; XJ: Trap cup trapping community). The same below.

取样均无显著差异,表明 WB+XC+DD+HP+XJ 5 种方法和 WB+DD+HP+XJ 4 种方法组合取样的群落可以被认为是同质的;同时 WB+DD+HP、WB+DD+XJ 和 WB+HP+XJ 3 种方法组合与 WB+DD+HP+XJ 组合的群落丰富度、多样性和均匀度指标亦均无显著差异,表明 WB+DD+HP、WB+DD+XJ 和 WB+HP+XJ 3 种方法组合取样调查群落可取得与 WB+DD+HP+XJ 组合取样相同的效果;而其它 3 种或 2 种方法组合取样的群落丰富度均表现出显著差异;含有 DD 不含有 WB 的 3 种方法组合和含有 DD 的 2 种方法组合的群落多样性指数则表现出显著差异;各 3 种或 2 种方法组合的群落均匀度则均无显著差异。可见,从研究群落总体结构特征看,选用 WB+DD+HP、WB+DD+XJ 和 WB+HP+XJ 3 种含有 WB 的方法组合均可得到与 WB+XC+DD+HP+XJ 5 种方法组合取样等效的结果。如果单纯从群落多样性考

虑,则 WB+HP、WB+XJ、HP+XJ 和 DD+HP+XJ 也均可得到与 5 种方法组合取样等效的结果。

2.3.2 群落结构特征相似性分析 从表 4 不同取样法组合调查大豆田间节肢动物群落结构特征相似性分析结果可以看出,含有 WB 的 2 种方法组合取样的群落与 WB+XC+DD+HP+XJ 和 WB+DD+HP+XJ 方法组合取样群落结构相似性均 ≥ 0.75 ;含有 WB 的 3 种方法组合取样的群落与 WB+XC+DD+HP+XJ 和 WB+DD+HP+XJ 方法组合取样群落结构相似性均 ≥ 0.86 ;含有 WB 3 种方法组合取样的群落间结构相似性均 ≥ 0.82 ;另外含有 WB 的 2 种方法组合取样的群落与含有 WB 的 3 种方法组合(除 WB+DD 与 WB+HP+XJ 组合外)取样群落结构相似性均 ≥ 0.75 。可以认为,上述不同方法组合之间取样调查群落结果是等效的,在具体选择哪一种方法组合时,可根据研究者所关注类群(见上述 2.1.2-2.1.5)而定。

表 4 不同取样方法组合的群落结构特征相似性分析

Table 4 Similarity analysis of community structure characteristics of different sampling method combinations

	WB+ DD	WB+ HP	WB+ XJ	DD+ HP	DD+ XJ	HP+ XJ	WB+ DD +HP	WB+D D+XJ	WB+ HP+XJ	DD+ HP+ XJ	WB+ DD+ HP+XJ	WB+ XC+ DD+ HP+XJ
WB+DD	1.00											
WB+HP	0.77	1.00										
WB+XJ	0.74	0.81	1.00									
DD+HP	0.49	0.52	0.41	1.00								
DD+XJ	0.44	0.39	0.52	0.49	1.00							
HP+XJ	0.46	0.62	0.66	0.62	0.64	1.00						
WB+DD+HP	<u>0.87</u>	<u>0.90</u>	<u>0.75</u>	0.62	0.48	0.58	1.00					
WB+DD+XJ	<u>0.83</u>	<u>0.75</u>	<u>0.91</u>	0.50	0.61	0.62	<u>0.84</u>	1.00				
WB+HP+XJ	<u>0.70</u>	<u>0.88</u>	<u>0.93</u>	0.48	0.50	0.73	<u>0.82</u>	<u>0.86</u>	1.00			
DD+HP+XJ	0.54	0.58	0.62	0.73	<u>0.76</u>	<u>0.89</u>	0.66	0.70	0.68	1.00		
WB+DD+HP+XJ	<u>0.78</u>	<u>0.81</u>	<u>0.85</u>	0.56	0.58	0.68	<u>0.90</u>	<u>0.94</u>	<u>0.92</u>	0.76	1.00	
WB+XC+DD+HP+XJ	<u>0.75</u>	<u>0.78</u>	<u>0.82</u>	0.53	0.55	0.65	<u>0.86</u>	<u>0.90</u>	<u>0.88</u>	0.73	<u>0.96</u>	1.00

表中带下划线的为群落结构相似性均 ≥ 0.75 。
All underlined in the table are the similarity of community structure ≥ 0.75 .

3 结论与讨论

农田节肢动物群落结构特征是开展农田害

虫发生规律及防治研究的基础。(尤民生等, 2004; 高月波等, 2010) 不同取样方法调查同一群落分析所得到的结构特征指标存在显著差异,

采取适宜的取样调查方法对研究群落结构特征的科学性至关重要。(王宇等, 2016) 本研究采用网捕(WB)、吸虫机(XC)、定点定株(DD)、黄盘(HP)和陷阱杯(XJ)5种农田常用的取样方法及其不同方法的组合调查大豆田间节肢动物群落结构, 并进行了比较与分析。其中, WB法和XC法为主动性采集法, 田间节肢动物被动收集; HP法和XJ法是利用节肢动物的趋性, 所获类群多数为主动聚集; 而DD法则是针对移动性弱、对寄主附着性强的类群, 是其它4种方法不易采集的样本。除了WB和XC方法群落样本采集效果相似外, 其它各方法之间所采集样本效果各有其特点, 在开展群落调查时, 具体选择哪一种方法或方法组合, 可根据研究者所关注类群和群落特征指标而定。

采用不同取样方法调查并比较群落中各目的种类、物种数和个体数发现, 获得的群落样本种类与样本类群的生活习性有密切关系。WB法和XC法适合采集大多数昆虫, DD法较适合采集半翅目(蚜虫等)、缨翅目(蓟马)、蜱螨目(叶螨)等对寄主附着性更强的类群, HP法较适合采集膜翅目、双翅目等对颜色有明显趋性的类群, XJ法较适合采集直翅目(蟋蟀科)、鞘翅目(步甲科)在地面爬行、跳跃且有趋化性的类群。刘波等(1994)比较了吸虫器与常规取样方法在稻田的取样效率发现, 吸虫器对稻飞虱取样效率更高。施波等(2011)比较了陷阱法和吸虫器法, 建议使用土堆陷阱法对地面活动类节肢动物调查采样。王宇等(2016)用马氏网诱集法、吸虫器法和盆拍法对稻田节肢动物的调查进行比较发现, 马氏网诱集物种数最多, 其次为吸虫器法, 盆拍法采集物种数最少。本研究针对WB、XC、HP、XJ和DD5种取样法进行比较分析, 结果表明每一种取样方法对田间节肢动物群落所采集的样本类群及数量各有不同, 所能表现出的群落特征亦存在差异, 除WB和XC法可相互替代外, 其它方法各有其特点且不可相互替代。因此, 在研究农田节肢动物群落特征时, 为了使其结果更加科学有效, 在进行田间群落调查之前, 应根据研究对象和目的来选择具体有效的取样方法

或方法组合。如果针对整个农田节肢动物群落开展研究, 最好选择WB或XC法与另外3种方法组合, 可取得更理想的效果; 如果只针对害虫群落开展研究, 要选择WB或XC法至少与DD法组合, 才能保证调查取样的代表性; 如果针对害虫天敌群落开展相关研究, 则应选择WB或XC法至少与XJ法组合以保证调查取样的代表性。如果开展农田节肢动物群落某个优势种群调查, 则应根据该优势种群的生物学生态学习性, 选择相应的取样方法。

参考文献 (References)

- Chen HF, Lan B, Liang YY, Yang YQ, Li XM, 2017. Application of principal component analysis to evaluation of the stability of rice paddy ecosystems. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 54(5): 876–884. [陈洪凡, 兰波, 梁玉勇, 杨迎青, 李湘民, 2017. 应用主成分分析法评价稻田生态系统稳定性. 应用昆虫学报, 54(5): 876–884.]
- Chen X, Guo HW, 2017. Preliminary analysis on effect of insect investigation in Kunming based on three methods. *Journal of Green Science and Technology*, (8): 20–21, 23. [陈雪, 郭宏伟, 2017. 三种方法对昆明市翠湖公园昆虫调查效果初步分析. 绿色科技, (8): 20–21, 23.]
- Dong H, Yang GL, Kong LG, Zhang WG, 2017. Collection, production and preservation of insect specimen. *Laboratory Science*, 20(1): 37–39. [董会, 杨广玲, 孔令广, 张卫光, 2017. 昆虫标本的采集、制作与保存. 实验室科学, 20(1): 37–39.]
- Ezequiel G, Adriana S, Graciela V, 2017. Arthropod communities and biological control in soybean fields: Forest cover at landscape scale is more influential than forest proximity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 239(3): 359–367.
- Fu W, Li YC, Ji M, Ge YH, Chen Z, 2017. Study on ecological effects of applying armyworm color board in tobacco. *China Plant Protection*, 37(4): 33–37. [付文, 李永川, 季梅, 戈毅航, 陈祯, 2017. 烟田应用粘虫色板的生态影响研究. 中国植保导刊, 37(4): 33–37.]
- Gao YB, 2006. Studies on structure and succession rules of arthropod community in soybean field. Master dissertation. Changchun: Jilin Agricultural University. [高月波, 2006. 大豆田间节肢动物群落结构及演替规律研究. 硕士学位论文. 长春: 吉林农业大学.]
- Gao YB, Yang W, Gao JW, Shi SS, 2010. Temporal dynamic of

- soybean arthropod community in Changchun area. *Journal of Jilin Agricultural University*, 32(4): 377–382. [高月波, 杨微, 高敬伟, 史树森, 2010. 长春地区大豆田节肢动物群落时序动态研究. 吉林农业大学学报, 32(4): 377–382.]
- Gao YB, Shi SS, Sun W, Zhang Q, Zhou JC, Li QY, 2014. Analysis of the temporal niches of dominant species and nutritional relationships within the arthropod community in soybean fields. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(2): 392–399. [高月波, 史树森, 孙晔, 张强, 周佳春, 李启云, 2014. 大豆田节肢动物群落优势种群时间生态位及营养关系分析. 应用昆虫学报, 51(2): 392–399.]
- Geng JH, Shen ZR, 2003. Biodiversity of farmland ecosystem and integrated pest management. *Plant Protection Technology and Extension*, 23(11): 30–32. [耿金虎, 沈佐锐, 2003. 农田生态系统生物多样性与害虫综合治理. 植保技术与推广, 23(11): 30–32.]
- Guo YJ, Wang NY, Zhao JH, Hu GW, Tang J, Wu JC, Jiang JW, Chen JW, 1995. Comparative study on the composition and structure of arthropod community in four rice ecosystems in China. *Acta Ecologica Sinica*, 15(4): 433–441. [郭玉杰, 王念英, 赵军华, 胡国文, 唐健, 吴进才, 蒋金炜, 陈俊炜, 1995. 4 种生态类型稻田节肢动物群落的基本组成与结构特征分析. 生态学报, 15(4): 433–441.]
- Guo MM, Jiang WH, Li T, Wu LF, Liu JX, 2018. Arthropod community characteristics and relative stability in transgenic populus $\times$ euramericana 'Neva' carrying bivalent insect-resistant genes. *Acta Ecologica Sinica*, 38(1): 333–341. [郭萌萌, 姜文虎, 李探, 吴龙飞, 刘军侠, 2018. 转双抗虫基因 107 杨节肢动物群落特征及相对稳定性. 生态学报, 38(1): 333–341.]
- He JC, Li ZY, Yang H, Hu Y, 2013. Comparison of two sampling methods for chironomid midges in rice fields. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 50(6): 1760–1766. [何佳春, 李志宇, 杨洪, 胡阳, 2013. 两种稻田摇蚊采集方法的比较. 应用昆虫学报, 50(6): 1760–1766.]
- Huang JL, Hu G, Yuan JF, Luo YY, 2013. A comparison of pitfall trapping and the Winkler method for investigating soil arthropod diversity: A case study on the closed habitats of land-bridge islands. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 50(6): 1679–1691. [黄杰灵, 胡广, 袁金凤, 罗媛媛, 2013. 陷阱法和 Winkler 法调查土壤节肢动物多样性比较: 以千岛湖岛屿封闭生境研究为例. 应用昆虫学报, 50(6): 1679–1691.]
- Jin CX, Wu Y, 1981. A study on the measurements of community diversity and their application. *Acta Entomologica Sinica*, 24(1): 28–33. [金翠霞, 吴亚, 1981. 群落多样性测定及其应用的探讨. 昆虫学报, 24(1): 28–33.]
- Liu B, Song XC, Li P, Liu HG, 1994. Studies on the sampling efficiency by traditional and motor-sucking methods of insect collection in field condition. *Journal of Fujian Academy of Agricultural Science*, 9(1): 42–46. [刘波, 宋晓川, 李平, 刘浩官, 1994. 稻田昆虫常规取样与机动吸虫器取样效率的研究. 福建省农科院学报, 9(1): 42–46.]
- Li CZ, 1982. Research on soybean aphid-yellow disc aphid and the climbing law of soybean aphid. *Soybean Science*, 1(2): 177–186. [李淳之, 1982. 大豆蚜虫的研究——黄盘诱蚜和大豆蚜的爬迁规律. 大豆科学, 1(2): 177–186.]
- Liu SD, Meng QF, Li Y, Zhao HR, Cheng GY, Liu Y, Gao WT, 2018. Insect community in different subzones in western slope tundra of Changbai mountain. *Journal of Northeast Forestry University*, 46(1): 80–84. [刘生冬, 孟庆繁, 李燕, 赵红蕊, 程广有, 刘音, 高文韬, 2018. 长白山西坡苔原带不同亚带的昆虫群落. 东北林业大学学报, 46(1): 80–84.]
- Liu XD, 2013. Sampling techniques of insects in the field. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 50(3): 863–867. [刘向东, 2013. 田间昆虫的取样调查技术. 应用昆虫学报, 50(3): 863–867.]
- Liu YF, Zhang GR, Gu DX, 1999. Study on arthropod communities in rice paddies using modified insect traps. *Plant Protection*, 25(6): 39–40. [刘雨芳, 张古忍, 古德祥, 1999. 利用改装的吸虫器研究稻田节肢动物群落. 植物保护, 25(6): 39–40.]
- Lu YY, Xu YX, Zeng L, Wang L, Li ND, 2015. Quantitative relations between red imported fire ant workers captured by bait trap and pitfall trap. *Journal of Environmental Entomology*, 37(4): 790–794. [陆永跃, 许益鏊, 曾玲, 王磊, 李宁东, 2015. 应用诱饵诱集法和陷阱法收集的红火蚁工蚁数量间关系研究. 环境昆虫学报, 37(4): 790–794.]
- Luo TH, Yu XD, Zhou HZ, 2006. Comparisons of different collection methods of histerid beetles and their applications in field investigations. *Chinese Bulletin of Entomology*, 43(5): 721–724. [罗天宏, 于晓东, 周红章, 2006. 阎甲采集方法的比较及应用. 昆虫知识, 43(5): 721–724.]
- Marina M, Mercedes C, Francisca R, 2018. Evaluation of two different methods to measure the effects of the management regime on the olive-canopy arthropod community. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 259(5): 111–118.
- Shi B, Yao FL, Chen SB, You MS, 2011. An improved pitfall trap for better sampling of spiders in paddy fields. *Chinese Journal of*

- Applied Entomology*, 48(3): 782–786. [施波, 姚凤奎, 陈少波, 尤民生, 2011. 陷阱法的改进及其在稻田蜘蛛取样中的应用. *应用昆虫学报*, 48(3): 782–786.]
- Shi SS, Gao YB, Zang LS, Yang W, Gao JW, 2012. Effects of several insecticides on the arthropod community in soybean fields. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 49(5): 1249–1254. [史树森, 高月波, 臧连生, 杨微, 高敬伟, 2012. 不同杀虫剂对大豆田间节肢动物群落结构的影响. *应用昆虫学报*, 49(5): 1249–1254.]
- Sarinyarat T, Marc D, Rounthip M, 2017. Comparison of Vavoua, Malaise and Nzi traps with and without attractants for trapping of *Stomoxys* spp. (Diptera: Muscidae) and tabanids (Diptera: Tabanidae) on cattle farms. *Agriculture and Natural Resources*, 51(4): 319–323.
- Townes H, Arbor A, 1962. Design for a malaise trap. *Proceeding of Entomological Society Washington*, 64: 253–262.
- Wang Y, 2016. The comparison of the result by different sampling methods for arthropod in the paddy fields. Master dissertation. Wuhan: Huazhong Agricultural University. [王宇, 2016. 不同取样方式对稻田节肢动物调查结果的比较. 硕士学位论文. 武汉: 华中农业大学.]
- Wang Y, Chen J, Xiao DH, Ma FG, Hua HX, 2016. Assessing the efficacy of different sampling methods for arthropods in rice field. *Journal of Environmental Entomology*, 38(6): 1090–1098. [王宇, 陈杰, 肖敦皇, 马富岗, 华红霞, 2016. 不同取样方式在稻田节肢动物采集中的效率评估. *环境昆虫学报*, 38(6): 1090–1098.]
- Wu JC, Guo YJ, Shu ZL, Yang JS, 1993. Comparison of different sampling methods for arthropod communities in paddy fields. *Entomological Knowledge*, 30(3): 182–183. [吴进才, 郭玉杰, 束兆林, 杨金生, 1993. 稻田节肢动物群落不同取样方法的比较. *昆虫知识*, 30(3): 182–183.]
- You MS, Liu YF, Hou YM, 2004. Biodiversity and integrated pest management in agroecosystems. *Acta Ecologica Sinica*, 24(1): 117–122. [尤民生, 刘雨芳, 侯有明, 2004. 农田生物多样性与害虫综合治理. *生态学报*, 24(1): 117–122.]