



新疆伊犁河谷地区瓢虫种类及其群落组成与结构分析

阿尔孜姑丽·肉孜^{1,2}, 丁新华², 吐尔逊·阿合买提², 付开赞²,
何江², 阿地力·沙塔尔¹, 郭文超³, 虞国跃⁴

(1. 新疆农业大学林学与园艺学院, 乌鲁木齐 830052; 2. 新疆农业科学院植物保护研究所, 乌鲁木齐 830091;
3. 新疆农业科学院微生物应用研究所, 乌鲁木齐 830091; 4. 北京市农林科学院植物保护研究所, 北京 100097)

摘要 【目的】系统调查新疆伊犁河谷地区瓢虫资源种类, 为天敌资源的保护与利用提供科学指导。【方法】采用网捕法和目测法, 对新疆伊犁河谷地区 9 个县市 14 种典型生境 90 样点的天敌瓢虫种类组成与分布进行了系统调查。【结果】共获 1 173 号标本, 隶属于 3 亚科 11 属 20 种, 其中优势种为多异瓢虫 *Hippodamia variegata* 和方斑瓢虫 *Propylea quatuordecimpunctata*, 中国双七星瓢虫 *Coccinulla sinensis* (Weise, 1889) 为新疆新记录种。不同生境中瓢虫种类组成与群落结构存在显著差异, 杂草生境瓢虫种类最为丰富, 达 13 种, 而苹果园生境瓢虫种类最少, 仅为 1 种。物种多样性分析表明, 不同生境系统中麦田与水稻田生境的多样性指数最高, 为 0.710 942、0.693 948, 且丰富度指数也很高, 而均匀度指数较差, 为 0.396 785、0.356 619, 而且优势度指数也较低; 而苹果园和桃园前 3 个多样性指标都很低, 优势度指数却最高; 不同地区中尼勒克县和伊宁县的多样性指数都很高, 各为 0.703 382、0.667 679, 并丰富度指数也很高, 各为 1.257 681、1.645 922, 但这两县的均匀度指数较差, 各为 0.361 467、0.289 969, 优势度指数也较低; 而特克斯县的多样性指数最低, 为 0.301 030, 而且丰富度指数较低, 为 0.378 923, 优势度却最高, 为 0.500 000。【结论】外界干扰越频繁, 对瓢虫种类的分布、物种多样性均不利, 群落结构较单一, 生态系统越不稳定, 影响伊犁河谷地区的瓢虫群落结构变化。在伊宁县、尼勒克县等地区以及瓢虫种类最为丰富的生境上加强瓢虫天敌的保护与利用, 可最大限度发挥自然控害效应。

关键词: 伊犁河谷地区; 瓢虫; 种类与分布; 群落结构

中图分类号: S476

文献标识码: A

文章编号: 1001-4330(2020)03-0507-12

0 引言

【研究意义】了解自然、保护与改善生态环境对于提高生物防治效果具有积极作用^[1-3], 其中营造有利于天敌栖息、繁衍的环境, 是发挥天敌效能实现可持续控制作物虫害的重要举措^[4-6]。天敌昆虫是自然生态系统内抑制害虫种群的重要因子, 利用天敌昆虫控制农业害虫是安全有效的害

虫控制策略, 也是未来害虫管理发展的方向^[7]。其中采用大量释放或助增释放人工繁殖天敌可增加田间天敌种群数量, 是目前世界范围内一种通用的实现大幅度降低化学农药使用次数和用量的主要途径。而有研究表明^[8], 引进天敌在实际应用过程中由于环境条件的改变和与新引进地区昆虫群落的营养与生态位竞争等因素, 有可能干扰引进天敌效能的发挥与定居, 使得其成功定殖的

收稿日期(Received): 2019-10-30

基金项目: 国家重点研发计划“天敌昆虫防控技术及产品研发”(2017YFD0201000), “北方玉米化肥农药减施技术集成研究与示范”(2017YFD0201800)

作者简介: 阿尔孜姑丽·肉孜(1993-), 女, 新疆喀什人, 硕士研究生, 研究方向为林业有害生物防治, (E-mail) 726550268@qq.com

通讯作者: 郭文超(1966-), 男, 河北人, 研究员, 硕/博士生导师, 研究方向为农业害虫综合治理, (E-mail) gwc1966@163.com

虞国跃(1963-), 男, 浙江慈溪人, 研究员, 博士生导师, 研究方向为瓢虫科分类及利用, (E-mail) yuguoyue@aliyun.com

比例较低,据报道全世界的引进天敌能在新地区建立群落的只有 10% 左右。天敌瓢虫作为天敌昆虫中的重要类群,具有重要的开发潜力和利用前景。瓢虫(*Coccinella*) 作为生物防治中重要的捕食性天敌,由于其具有抑制害虫密度增长的作用^[9],故在生物防治中占据着重要的地位。据 Gordon (1985) 估计^[10],全球范围内瓢虫种类记录已超过 6 000 种,据庞红等(2004) 统计^[11],分布于我国的瓢虫总科包括 10 亚科 88 属和约 725 种,而新疆地处亚洲大陆腹地,地域辽阔,境内多种生态系统并存,错综复杂的地理环境造就了新疆生态系统的多样性和特殊性,其中蕴含着大量丰富的特有瓢虫天敌资源,大多均能够适应本地干旱、高温、昼夜温差大等极端环境,具有重要的潜在应用价值。因此,积极开展新疆本土瓢虫天敌资源的系统调查和挖掘,对开发利用该也有重要潜在应用价值。【前人研究进展】1982 年吉林省明确了蚜虫天敌昆虫有 40 种,其中天敌瓢虫为 27 种^[12]。2014 年我国^[13-15]报道了烟粉虱的捕食性天敌有 17 种,主要有小黑瓢虫 [*Delphastus catalinae* (Horn)]^[16]、刀角瓢虫 *Serangium japonicum* Chapin^[17-19]、淡色斧瓢虫(*Axinoscymnus car-dilobus*)、红星盘瓢虫 [*Phrynocaria congener* (Billberg)] 等。对于 2019 年入侵我国并造成严重经济损失的草地贪夜蛾也开展了天敌资源调查,据^[20,21] 最新报道,血红环瓢虫(*Rodolia limbata* Motschulsky) 以及最常见的多异瓢虫(*Hippodamia variegata*) 和异色瓢虫(*Harmonia axyridis*) 等都对草地贪夜蛾具有较好的控害效果。1998 年虞国跃^[22] 对新疆麦田瓢虫资源组成进行调查初步发现共有瓢虫科昆虫 17 种。2000 年张建萍^[23] 对新疆北疆棉叶螨天敌种群调查研究时,初步鉴定出棉叶螨的天敌 32 种,其中瓢虫类占 19. 25%。2005 年李进步等^[24] 在阿克苏地区棉田捕食性天敌瓢虫共有 5 种。2007 年吴卫等^[25] 发现新疆麦田共有 25 种天敌瓢虫,在害虫生物防治中起着极其重要的作用。同年李号宾等^[26] 对新疆莎车县棉田自然天敌种群调查发现 7 种天敌瓢虫。对新疆枣园害螨和天敌种类及其发生动态研究^[27] 发现 2 种天敌瓢虫是捕食害螨。2015 年在棉花地

上调查发现 2 种棉蚜的天敌瓢虫^[28]。朱晓锋等^[29] 则对新疆阿克苏 3 类主栽模式核桃园的天敌进行了调查。【本研究切入点】虽然新疆对瓢虫天敌资源组成开展了部分相关的研究,但除了虞国跃(1998) 对新疆麦田进行初步调查^[22],发现共有瓢虫科昆虫 17 种以外,有关于天敌瓢虫的研究仅限于种类报道和初步考察方面,目前缺乏专门针对新疆瓢虫科资源组成的系统调查及分类研究。通过采用网捕法和目测法对新疆伊犁河谷地区瓢虫资源开展系统调查,研究该地区瓢虫资源的组成与不同生境的分布概况。【拟解决的关键问题】通过开展伊犁河谷地区 9 个县市 14 种不同生境下瓢虫资源种类组成的系统调查,为本土重要特有瓢虫天敌资源的保护与利用提供指导。

1 材料与方法

1.1 材料

2018 年 6 至 9 月对新疆伊犁河谷地区 9 个县/市 14 种典型生境 90 样点的天敌瓢虫种类组成进行系统调查。根据实际情况采用网捕法和目测法,其中扫网时往返 1 次为一复网,各处理每次扫 50 复网。田间目测调查采用五点取样法,每点调查 20 株。每调查后,将采回的样品分装于 70% 酒精的离心管内,记录相关信息,将其带回试验室后进行挑选、制作干标本,后续鉴定。表 1

1.2 方法

对采集到的标本进行初步鉴定,筛选出瓢虫科的标本,按瓢虫的外形、鞘翅斑纹以及外生殖器等特征,在 (Nikon SMZ 745T) 显微镜下详细观察,鉴定到种,如发现疑似新记录种/新种,找出其近缘种进行对比,并详细描述其特征。

1.3 数据处理

多样性指数是度量生物多样性高低及空间分布特征的数值指标。众多的物种多样性指数可分成丰富度指数、多样性指数、均匀度指数以及优势度指数等 4 种主要类型,目前计算物种多样性指数的方法也很多,各有优缺点,可根据它在理论上特点和实际需要选择使用。因此,采用几个常用的反映物种多样性的指标,按不同生境环境对瓢虫物种多样性大小及其变化进行分析。

表 1 伊犁河谷地区调查地点

Table 1 Summary of survey sites in Yili valley

序号 No.	调查地 Investigate sites	经度(E) Latitude	纬度(N) Longitude	海拔度 Elevation (m)	生境系统 Habitat system
1	察布查尔县 Chabchar County	81°15'12"	43°52'14"	587.5	水稻田、棉花田、小麦田、玉米田、甜瓜田、香料植物田、草地、林带
2	巩留县 Gongliu County	82°37'46"	82°37'46"	1 014.7	小麦田、玉米田、水稻田、香料植物田、草地
3	霍城县 Huocheng County	80°56'09"	80°56'09"	613.9	玉米田、苜蓿田
4	霍尔果斯市 Horgos	80°26'36"	44°12'36"	736	苹果园、桃树园、玉米田、蔬菜田、西瓜田 V
5	可克达拉市 Kirkdalla City	80°45'06"	43°46'58"	607.8	草地、棉花田
6	尼勒克县 Nilka County	82°30'48"	43°48'10"	1 135.7	小麦田、玉米田、苜蓿田、蔬菜田、草地
7	特克斯县 Tex County	81°48'24"	43°11'58"	1 217.6	草地、玉米田
8	新源县 Xinyuan County	83°52'42"	83°52'42"	1 228	小麦田、玉米田、苜蓿田、蔬菜田、草地、香料植物田
9	伊宁县 Yining County	81°45'45"	43°51'31"	753.7	核桃园、桃树园、水稻田、玉米田、苜蓿田、蔬菜田、香料植物田

1.3.1 Pielou 指数

Pielou 将均匀度指数(E) 定义为群落的实测多样性(H) 与最大多样性(H' max,即在给定物种数下的完全均匀群落多样性) 的比率。

$$E = H'/H' \max = [- \sum Pi \log Pi] / \log S. \tag{1}$$

1.3.2 Shannon – Wiener 指数(H)

Shannon – Wiener 指数又称多样性信息指数, 用公式表示为:

$$H' = - \sum Pi \log Pi \tag{2}$$

式中, P_i 是一个个体属于其中某类(A_s) 的概率, 通常用 N_i/N (N_i 为 A_s 类的个体数, N 为样方内物种的个体数总和) 来近似地表示; H' 为所研究系统的多样性信息指数或 Shannon – Wiener 指数。

1.3.3 Margalef 指数

Margalef 丰富度指数仅考虑群落的物种数量和总个体数, 将一定大小的样本中的物种数量^[30]。计算公式为:

$$R = (S - 1) / \ln N. \tag{3}$$

在式中, R 为丰富度指数; N 为总个体数量; S 为总物种数量; $\ln$ 为自然对数, 底数 2. 718 283 8。

1.3.4 优势度指数

优势度指数(D) 是多样性的反面, 是集中性

的度量, 表达公式为:

$$D = \sum (Pi)^2. \tag{4}$$

2 结果与分析

2.1 伊犁河谷地区瓢虫种群分布

通过 2018 年 6 至 9 月期间对新疆伊犁河谷地区 9 个县市, 4 种生境系统 14 种作物类型的瓢虫资源调查, 共集 90 个调查样点, 共收集标本 1 173 号。经室内鉴定分类, 整理出 3 亚科 11 属 20 种, 多异瓢虫和方斑瓢虫等种类为伊犁河谷地区优势种瓢虫; 而天山瓢虫、五斑瓢虫以及连斑小毛瓢虫等种类为罕见种类。其中在巩留县采集的中国双七星瓢虫 *Coccinulla sinensis* (Weise, 1889) 是新疆新记录种。表 2

不同生境系统发现的瓢虫种类以及各种个体数量间也存在着明显的差异。瓢虫种类在草地最为丰富, 具有 13 种, 占物种总数的 65%; 苜蓿田、水稻田小麦田和蔬菜田上所发现的瓢虫种类次之, 瓢虫种类最单一的生境系统是苹果园, 只发现 1 种, 占物种总数的 5%。瓢虫数量在苜蓿田上最多, 占总个体数量的 1/3, 草地上的数量其次, 而苹果园是瓢虫数量最少的生境。图 1

表 2 伊犁河谷地区瓢虫种类分布

Table 2 Distribution of ladybug species in Yili valley

亚科名 Family name	属名 Generic name	种名 Kind of name	A	B	C	D	E	F	G	H	I
小毛瓢虫亚科 Scymninae	小毛瓢虫属 Scymnus	连斑小毛瓢虫 <i>Scymnus(Scymnus) inderihensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		四斑小毛瓢虫 <i>Scymnus(Scymnus) mimulus</i>	0	4	15	0	0	1	0	2	0
盔唇瓢虫亚科 Chilocorinae	光缘瓢虫属 <i>Exochomus</i>	兰光瓢虫 <i>Exochomus SP.</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0
瓢虫亚科 Coccinellinae	长足瓢虫属 <i>Hippodamia</i>	十三星瓢虫 <i>Hippodamia tredecimpunctata</i>	21	10	1	2	0	2	0	11	1
		多异瓢虫 <i>Hippodamia variegata</i>	69	11	8	133	4	23	7	46	90
	长隆瓢虫属 <i>Coccinula</i>	中国双七星瓢虫 <i>Coccinula sinensis</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	0
		双七星瓢虫 <i>C. quatuordecimpustulata</i>	0	2	0	0	0	7	0	23	12
	大丽瓢虫属 <i>Adalia</i>	二星瓢虫 <i>Adalia bipunctata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	龟纹瓢虫属 <i>Propylea</i>	龟纹瓢虫 <i>Propylea japonica</i>	17	3	6	7	0	20	2	77	26
		方斑瓢虫 <i>P. quatuordecimpunctata</i>	31	21	40	10	3	26	5	79	49
	小巧瓢虫属 <i>Oenopia</i>	菱斑巧瓢虫 <i>Oenopia conglobata</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	1
	瓢虫属 <i>Coccinilla</i>	七星瓢虫 <i>Coccinilla septempunctata</i>	5	0	1	6	0	10	0	38	8
		拟九斑瓢虫 <i>C. magnifica</i>	1	0	0	1	0	3	0	1	0
		天山瓢虫 <i>C. sedakovi</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		十一星瓢虫 <i>C. undecimpunctata</i>	3	0	3	0	0	0	0	0	0
		横斑瓢虫 <i>C. transversoguttata</i>	0	0	0	3	0	2	0	0	0
		五斑瓢虫 <i>C. nivicola</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	和瓢虫属 <i>Harmonia</i>	异色瓢虫 <i>Harmonia axyridis</i>	4	11	2	20	1	16	0	14	31
	布瓢虫属 <i>Bulaea</i>	甜菜瓢虫 <i>Bulaea lichatschovi</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	1
	食菌瓢虫属 <i>Psyllobora</i>	二十二星菌瓢虫 <i>Psyllobora vigintiduopunctata</i>	10	3	0	1	0	8	0	4	16

注: A ~ I 分别表示察布查尔县、巩留县、霍城县、霍尔果斯市、可克达拉市、尼勒克县、特克斯县、新源县、伊宁县,下同

Note: A ~ I respectively Qapqal County, Gongliu County, Huocheng County, Khorgas, Kekedala, Nilka County, Tekes County, Xinyuan County, Yining County, the same as below

2.2 伊犁河谷地区瓢虫群落物种多样性

2.2.1 不同生境中瓢虫群落物种多样性

研究表明,麦田与水稻田生境的多样性指数最高,为 0.710 942、0.693 948,且丰富度指数也很高,而均匀度指数较差,为 0.396 785、

0.356 619,而且优势度指数也较低,麦田与水稻田生境中的瓢虫种类与数量很丰富,各种间保持相对平衡;苹果园和桃树园前 3 个多样性指标都很低(接近于零),优势度指数却最高,该生境区的瓢虫种类极少,各种间竞争激烈。表 3,图 2

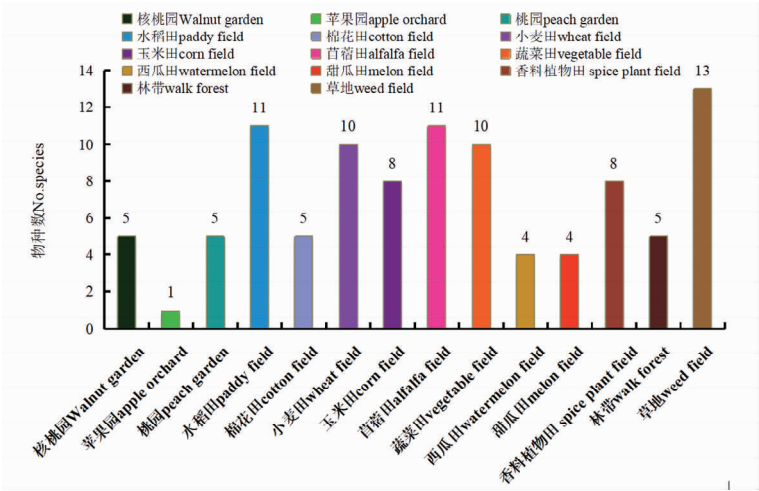


图 1 不同生境系统中瓢虫物种数

Fig. 1 Number of ladybird species in different habitats

表 3 不同生境系统中的瓢虫群落的生物多样性

Table 3 Biodiversity analysis of ladybug communities in different habitat systems

生境系统名称 Habitat system name	物种数 No of Species (S)	个体数 Individual numbers(N)	多样性指数 Diversity index (H ⁺)	丰富度指数 Richness index (R)	均匀度指数 Evenness index (E)	优势度指数 Concentration index (D)
核桃园 Walnut garden	4	15	0.467 984	1.107 808	0.337 579	0.422 222
苹果园 Apple orchard	1	5	0.000 000	0.000 000	0.000 000	1.000 000
桃园 Peach garden	4	60	0.222 667	0.732 718	0.160 620	0.759 444
林带 Walk forest	4	17	0.465 137	1.058 868	0.335 526	0.418 685
草地 Weed field	8	235	0.587 041	1.287 219	0.282 307	0.342 873
水稻田 Paddy field	7	76	0.693 948	1.385 447	0.356 619	0.241 690
棉花田 Cotton field	4	42	0.289 282	0.802 639	0.208 673	0.646 259
小麦田 Wheat field	6	88	0.710 942	1.116 735	0.396 785	0.217 200
玉米田 Corn field	5	88	0.574 212	0.893 388	0.356 778	0.303 461
苜蓿田 Alfalfa field	9	366	0.578 096	1.355 327	0.263 103	0.394 324
蔬菜田 Vegetable field	7	89	0.519 884	1.336 709	0.267 167	0.422 800
西瓜田 Watermelon field	3	17	0.327 013	0.705 912	0.297 660	0.557 093
甜瓜田 Melon field	2	6	0.276 435	0.558 111	0.398 811	0.555 556
香料植物田 Spice plant field	6	69	0.686 448	1.180 887	0.383 114	0.238 395

2.2.2 不同地区的瓢虫群落物种多样性

研究表明,尼勒克县和伊宁县的多样性指数都很高,各为 0.703 382、0.667 679,并丰富度指数也很高,各为 1.257 681、1.645 922,但这两县的均匀度指数较差,各为 0.361 467、0.289 969,优势度指数也较低,说明尼勒克县和伊宁县瓢虫

种类与个体数量都很丰富并各种之间保持相对平衡;而特克斯县的多样性指数最低,为 0.301 030,而且丰富度指数较低,为 0.378 923,优势度却最高,为 0.500 000,特克斯县的瓢虫种类单一、个体数量少以及各种间竞争比较激烈并瓢虫种群不稳定。表 4,图 3

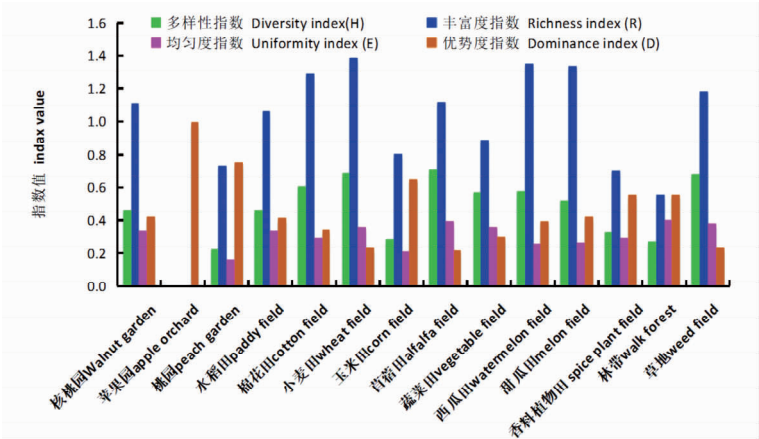


图 2 不同生境中瓢虫群落物种多样性

Fig. 2 Species diversity analysis of ladybug communities in different habitats

表 4 伊犁河谷地区瓢虫群落的生物多样性比较

Table 4 Comparison of the biodiversity of ladybug communities in Yili

样地名称 Sample name	物种数 No of Species (S)	个体数 Individual numbers(N)	多样性指数 Diversity index (H)	丰富度指数 Richness index (R)	均匀度指数 Evenness index (E)	优势度指数 Concentration index (D)
察布查尔县 Chabchar County	6	163	0.500 595	0.981 595	0.279 387	0.399 752
巩留县 Gongliu County	12	71	0.607 798	1.287 219	0.292 289	0.344 669
霍城县 Huocheng County	6	77	0.513 417	1.151 064	0.286 543	0.412 043
霍尔果斯市 Khorgas	6	186	0.409 488	0.956 801	0.228 540	0.549 890
可克达拉市 Kirkdalla City	4	10	0.555 834	1.302 883	0.400 949	0.300 000
尼勒克县 Nilka County	7	118	0.703 382	1.257 681	0.361 467	0.239 586
特克斯县 Tex County	2	14	0.301 030	0.378 923	0.434 294	0.500 000
新源县 Xinyuan County	7	295	0.589 688	1.055 042	0.303 039	0.343 016
伊宁县 Yining County	10	237	0.667 679	1.645 922	0.289 969	0.273 015

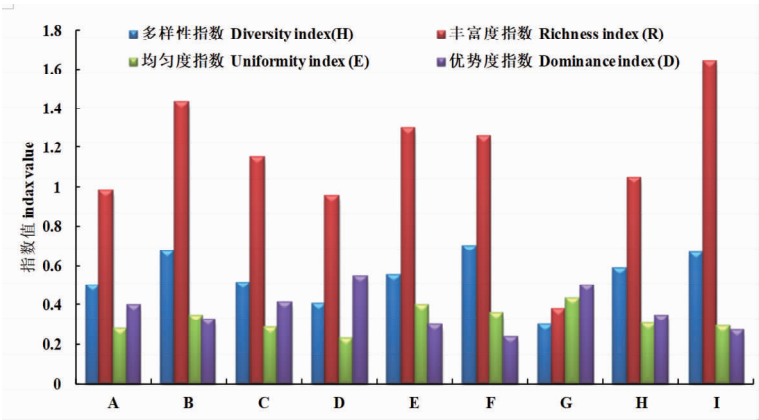


图 3 瓢虫群落多样性

Fig. 3 Community diversity analysis of lady beetles

2.3 伊犁河谷地区瓢虫种类鉴定检索表

分类检索表是鉴定生物种类的工具,它广泛应用于各分类阶元的鉴定。检索表的编制是用对

比分析和归纳的方法,从不同阶元(目、科、属或种)的特征中选出比较重要、突出、明显而稳定的特征,根据其相互绝对性状,做成简短的条文,按

一定的格式排列而成。检索表的运用和编制,是 必须熟练掌握检索表的制作和使用。编制伊犁河谷地区瓢虫种类分类检索表。

伊犁河谷地区瓢虫种类鉴定检索表

1. 唇基向两侧伸展于复眼之前,遮盖触角基部 兰光瓢虫
- (1.) 触角着生于复眼之前头部背面或侧面,不被唇基遮盖 2
2. 背面密披细毛 3
- (2.) 背面光滑 4
3. 每一鞘翅上有两个斑点,常互相连接而成葫芦形的斑点 连斑小毛瓢虫
- (3.) 每一鞘翅上有两个大小不一样的斑点,互不连接,后斑位于鞘翅末端常是为不规则的菱形 四斑小毛瓢虫
4. 体卵圆形,体背强烈拱起,鞘翅末端有一明显的横隆基(大部分) 异色瓢虫
- (4.) 鞘翅末端无横隆基 5
5. 唇基的两前角通常不向前突出 二十二星瓢虫
- (5.) 唇基前侧角常向前呈三角形突出 6
6. 后基线完整或近于完整 7
- (6.) 后基线不完整或分叉 8
7. 体长卵形,后基线完整明显或消失 9
- (7.) 体卵形,近于圆形,后基线近于完整 10
9. 后基线消失,体型大(体长:4.5~6.5 mm),前胸背板白色或橙黄色,中部为近梯形的大型黑斑,在基两侧各有一小圆形黑斑,有时大黑斑与小黑斑互相相连,有些地区的斑异变大;腿节以上是黑色,以下是棕色(但附带未节端及爪黑色) 十三星瓢虫
- (9.) 后基线完整,体型中(体长:4.0~4.7 mm),前胸背板白色,基部有黑色横带向前伸出4个指状纹或相连而黑斑内有2个小白点,有时中央的2个指状纹可独立或4个均独立;使颜色不稳定,各种情况都有 多异瓢虫
10. 前胸腹板无纵隆线;前胸背板斑纹多变,或白色具有1个M形黑色斑,或黑斑扩大,只剩前侧南白色,或黑斑缩小,呈1个“八”字形黑斑,或只剩2个黑斑;鞘翅具3列黑斑,呈2-3-2排列,斑纹或融合或消失 二星瓢虫
- (10.) 前胸腹板具纵隆线;前胸背板黄白色或浅黄褐色,具6个黑斑,前排4个,位于背板的近中部,两侧的2个斑可缩小,有时中部2个斑的前侧各有1个小黑褐斑点;后排2个位于基部,并与后缘相连,有时在小盾片前方尚有1个褐斑。每一鞘翅上具有9个黑斑及1个两鞘翅共有的小盾斑。除小盾斑外,其余斑纹呈1-2-3-2-1排列,有时小盾斑不明显,或个别斑纹可消失 甜菜瓢虫
8. 后基线不完整,无侧支线 11
- (8.) 后基线二分叉或具一个分支 12
11. 鞘翅肩部具斜置的三角形或长形黑斑 龟纹瓢虫
- (11.) 肩部处及后方均具有2个独立的斑 方斑瓢虫
12. 前胸腹板突具两纵隆线,长度不一 菱斑巧瓢虫
- (12.) 前胸腹板纵隆线平行 13
13. 前胸腹板纵隆线仅伸达腹板长的1/2,远不达腹板前缘 14
- (13.) 前胸腹板纵隆线伸向前,几达前缘 15
14. 鞘翅中部近鞘缝的2个斑明显地呈横向长形 中国双七星瓢虫
- (14.) 鞘翅中部近鞘缝的2个斑近于圆形或卵形 双七星瓢虫
15. 鞘翅上共有11个黑斑,呈1/2-2-2排列 16
- (15.) 鞘翅上共有7个或者9个或者5个黑斑 17
16. 前胸背板黑色;前角有三角形白色斑,常常变细伸向后角,有时几乎整个侧缘白色,前胸腹板侧缘基半部黑色 十一星瓢虫
- (16.) 前胸背板黑色;前角有近于方形白色斑,较大,伸达约过背板的1/2,雄虫的前缘白色,因而两前角斑相连 横斑瓢虫

17. 鞘翅上具有 9 个黑斑	18
(17.) 鞘翅上具有 5 个或者 7 个黑斑	19
18. 中胸后侧片为黄白色	天山瓢虫
(18.) 中, 后胸后侧片白色, 后胸前侧片的后端为白色	拟九斑瓢虫
19. 鞘翅上具有 5 个黑斑, 翅 1/2 处前有 1 稍斜的横斑	五斑瓢虫
(19.) 鞘翅上具有 7 个黑斑	七星瓢虫

3 讨论

3.1 挖掘天敌资源是开展害虫生物防治研究和应用的重要基础。天敌昆虫乃害虫的克星, 它可在很大程度上自然控制害虫的数量和为害, 促进农、林、牧业增产丰收^[25]。天敌瓢虫在生物防治发展历史中占据着重要的地位, 具有分布广、捕食量大、控制力强等特点, 是生物防治中重要的捕食性天敌^[22], 在控害方面具有自然控制的作用。

3.2 瓢虫在生物防治发展历史中占据着重要的地位, Coppel 和 Martins (1977) 在《害虫生物抑制》一书中, 把 1888 年作为害虫防治早期历史与中期历史的分界。另外, 孟氏隐唇瓢虫原产于澳大利亚东部, 是被许多国家和地区引进的最多瓢虫之一, 1955 年引进我国广州, 成功地防治了湿地松粉蚜及其它的粉蚜^[31]。同年我国从苏联引进澳洲瓢虫和孟氏隐唇瓢虫, 成功解决了南方各省果树和大麻黄等林木吹绵蚧的危害问题。美国东北部地区为了防治铁杉球蚜 *Adelges tsugae* 给铁杉带来的危害, 从我国引入小毛瓢虫族种类^[32]。在生物防治中利用瓢虫防治蚜虫、介壳虫等农林主要害虫, 推动着生物防治工作的进一步开展, 有着广阔的前途。我国对天敌昆虫资源研究方面的报道较多。至于处在我国北部地面积最大的省区新疆来说, 新疆地处亚洲大陆腹地, 地域辽阔, 境内高山环抱盆地, 农田、绿洲、荒漠、草原、高山、森林、湿地等多种生态系统并存在错综复杂的地理环境造就了新疆生态系统的多样性和特殊性, 其中蕴含着大量丰富的特有天敌资源。全方面针对新疆伊犁河谷地区天敌瓢虫资源的种类组成、地理分布, 并摸清了主要发生的生境类型。调查发现, 伊犁河谷地区瓢虫种类很丰富, 已达 20 种, 属于 3 亚科 11 属, 其中中国双七星瓢虫 *C. sinensis* 是新疆首次发现的新疆新记录种。二十二星食菌瓢虫是取食真菌的优势天敌种类, 文献

记载二十二星瓢虫取食椿树白粉菌^[33], 调查发现它取食红车轴草上的白粉菌, 并在杂草上发现大量的幼虫, 这说明此瓢虫是生物防治上防治农林业作物和果树上白粉菌的重要优势天敌之一。

3.3 随着对保护生物多样性迫切性认识的提高, 近几年来, 作物多样性种植对昆虫的影响方面的研究, 无论从深度还是从广度上, 都有很大提高^[34]。越来越多关注植物多样性对农田害虫及其天敌的作用及其影响。作物多样性种植对天敌昆虫的影响主要表现在对活动能力、定向行为、搜索行为、转移行为等方面, 进而影响其对害虫的捕食率或寄生率^[35]。不同植物的不同生育阶段对害虫及其天敌不同虫态的影响不同, 作物对害虫及其天敌不同虫态发育进程的影响往往是数量性的。研究调查的 12 种不同生境中的天敌瓢虫资源来看, 天敌瓢虫种类分布与生境中的作物多样性有密切相关, 在苜蓿田和草地的植被类型最为丰富, 这是因为与植被单一生境相比, 植被多样性能为天敌提供更好的生存条件, 能在多个时段提供多种多样的花粉和蜜源吸引天敌并增加它们的繁殖能力, 当主要害虫减少时, 有替代食物源而使天敌继续保留在本系统内^[34], 因此, 这些生境地能成为许多昆虫的生活场所。此次调查只在苜蓿田和草地发现兰光瓢虫、十三星瓢虫、多异瓢虫、中国双七星瓢虫、双七瓢虫、龟纹瓢虫、方斑瓢虫、七星瓢虫、拟九斑瓢虫、横斑瓢虫、异色瓢虫、甜菜瓢虫和二十二星菌瓢虫等 13 种瓢虫。而在苹果园和瓜田上发现十三星瓢虫、多异瓢虫、龟纹瓢虫以及方斑瓢虫等 4 种瓢虫种类; 这主要是因为这些生境系统中植被类型单一、尤其是果园里的其他植被类型受到加之频繁的农事活动的影响, 导致果园从以前的植被类型丰富的状态逐渐变成如今的植被类型单一的果园, 加上过度频繁使用农药等原因, 对瓢虫群落的多样性影响极大, 因此, 瓜地和果园中的瓢虫种类稀少。

3.4 全球气候变化是研究机构最为重视的一个问题,气候变化对植物生理基本功能、植物体内信号分子以及挥发物都具有不同程度的影响,并严重影响作物的产量。臭氧也通过改变植物的原生代谢和次生代谢发生数量而影响害虫的取食偏嗜性、行为、生长和发育,进而影响天敌昆虫的适合度^[36]。目前,全球温度处于继续上升时期,与1990年相比较,预测到2100年全球温度升高1.4~5.8℃。温度的改变将会强烈影响生态系统的生物组分^[37]。研究表明,如果全球平均温度升高2.0~3.0℃,20%~30%的动植物将面临灭绝的风险;如果升高4.0℃以上,将导致大量的生物死亡,这将引起整个地球系统紊乱^[38]。气候变化对各类生态系统中的植物多样性都有强烈的影响,该文调查数据分析表明,同1 d内不同温度条件下采集的瓢虫种类、同样生境中不同时期采集的瓢虫种类之间具有很大差异,有些种类比如龟纹瓢虫耐热,温度越高它的活动越活跃,反而七星瓢虫不耐热,高温条件下在田间根本采不到七星瓢虫,它主要在春季和初秋时期出来活动。

3.5 研究由于人力有限,采集标本时间和地点有一定的局限性,同时对新疆伊犁河谷地区瓢虫种类及群落组成的调查还不够深入,通过新疆伊犁河谷地区瓢虫种类的分类鉴定与形态特征的描述,初步对该地区瓢虫种类组成编制一套鉴定检索表,许多细节需描述的形态学特征还需进一步证实和完善。

4 结论

伊犁河谷地区中瓢虫种类为3亚科11属20种,分别占新疆全部瓢虫科、属、种总数的50.0%、61.1%、42.5%。该地区瓢虫种类相对来说较丰富;不同地区不同生境中瓢虫群落物种多样性的测定分析结果反映了生境异质性不同,物种多样性指数也表现出一定的差异性。例如尼勒克县主要牧业为主,农药使用率少,且植被类型相当丰富,多样性指数及丰富度指数相对较高,但是物种优势度较低,因此,该县瓢虫种类丰富,并各种之间保持相对平衡;而特克斯县的多样性指数和丰富度指数较低,优势度却最高;不同生境可能由于植被类型、寄主群落、人为干扰等因素的差异,反映出瓢虫科昆虫群落组成上的差异及动态

变化规律。例如苜蓿田和草地生境瓢虫种类多样性指数和丰富度指数较高,但优势度指数较低,种类丰富,个体数量非常大。而苹果园和甜瓜田生境的多样性指数和丰富度指数都很低,优势度指数却偏高,这主要是植被类型的多样性有关。伊犁河谷地区的瓢虫种类的分布非常广泛,尤其是方斑瓢虫和多异瓢虫分布于整个伊犁河谷地区。

参考文献(References)

- [1] 卢宝荣. 利用生物多样性合理布局探索茭白的可持续生产模式[J]. 浙江农业学报, 2003, (3): 13-18.
LU Baorong. Exploring the sustainable production mode of Chabai using the rational layout of biodiversity [J]. *Zhejiang Journal of Agricultural Sciences*, 2003, (3): 13-18.
- [2] 师光禄, 王有年, 苗振旺, 等. 间种牧草枣林捕食性节肢动物群落结构的动态[J]. 应用生态学报, 2006, (11): 2088-2092.
SHI Guanglu, WANG Younian, MIAO Zhenwang, et al. Dynamics of community structure of predatory arthropods in jujube forest [J]. *Journal of Applied Ecology*, 2006, (11): 2088-2092.
- [3] 郭建英, 万方浩, 胡雅辉, 等. 不同作物布局方式对转基因抗虫棉田节肢动物群落结构的影响[J]. 应用生态学报, 2007, (9): 2061-2068.
GUO Jianying, WAN Fanghao, HU Yahui, et al. Effects of different crop layout methods on arthropod community structure in transgenic cotton fields [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2007, (9): 2061-2068.
- [4] 庞雄飞. 种群数量控制指数及其应用[J]. 植物保护学报, 1990, (1): 11-16.
PANG Xiongfei. Population control index and its application [J]. *Journal of Plant Protection*, 1990, (1): 11-16.
- [5] 林荣华, 张润志, 田长彦, 等. 新疆棉田生态系统中捕食性节肢动物类天敌亚群落结构[J]. 中国生物防治, 2003, (1): 1-5.
LIN Ronghua, ZHANG Runzhi, TIAN Changyan, et al. The structure of predatory arthropods in the cotton field ecosystem of Xinjiang [J]. *Chinese Biocontrol*, 2003, (1): 1-5.
- [6] 王春义, 夏敬源, 崔金杰, 等. 北疆不同类型棉田节肢动物群落结构与多样性[J]. 棉花学报, 2004, (2): 112-116.
WANG Chunyi, XIA Jingyuan, CUI Jinjie, et al. Community structure and diversity of arthropods in different types of cotton fields in northern Xinjiang [J]. *Cotton Journal*, 2004, (2): 112-116.
- [7] 古丽扎尔·阿不都克力木, 玛依努尔·吾斯曼. 天敌昆虫控制机制与可持续利用[J]. 江西农业, 2017, (17): 129, 136.
Gulizar Abulikemu, Maynur Wusman. Control mechanism and sustainable use of natural enemy insects [J]. *Jiangxi Agriculture*, 2017, (17): 129, 136.

- [8] 杨怀文. 我国农业害虫天敌昆虫利用三十年回顾(下篇) [J]. 中国生物防治学报, 2015, 31(5): 613–619.
YANG Huaiwen. Review of the use of agricultural insects in China for 30 years (Part 2) [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2015, 31(5): 613–619.
- [9] 刘星, 闫国增, 胡德夫, 等. 冀中农林复合环境瓢虫资源及优势种群动态 [J]. 生态学报, 2009, 29(10): 5463–5470.
LIU Xing, YAN Guozeng, HU Defu, et al. Population dynamics of ladybugs and dominant species in agroforestry environment in central Yunnan [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2009, 29(10): 5463–5470.
- [10] Gordon R D. The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of Mexico [J]. *Journal of the New York Entomological Society*, 1985, 93(1): 1–912.
- [11] 任顺祥. 中国瓢虫原色图鉴 [M]. 科学出版社, 2009: 289.
REN Shunxiang. *Chinese Ladybug Primary Color Illustration* [M]. Science Press, 2009: 289.
- [12] 桂承明. 蚜虫天敌昆虫的研究 [J]. 吉林农业科学, 1982, (3): 76–84.
GUI Chengming. Research on natural enemies of aphids [J]. *Jilin Agricultural Sciences*, 1982, (3): 76–84.
- [13] Barbierato E, Gribaudo M, Iacono M. Performance evaluation of NoSQL big – data applications using multi – formalism models [J]. *Future Generation Computer Systems*, 2014, 37: 345 – 353.
- [14] Zhang X, Liu C, Nepal S, et al. A hybrid approach for scalable sub – tree anonymization over big data using MapReduce on cloud [J]. *Journal of Computer and System Sciences*, 2014, 80(5): 1008–1020.
- [15] Du D, Li A, Zhang L. Survey on the Applications of Big Data in Chinese Real Estate Enterprise [J]. *Procedia Computer Science*, 2014, 30: 24–33.
- [16] Lee J, Kao H, Yang S. Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data Environment [J]. *Procedia CIRP*, 2014, 16: 3–8.
- [17] Philip C L, Zhang C. Data – intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data [J]. *Information Sciences*, 2014, 275: 314–347.
- [18] Weichsel B A, Gindl S, Scharl A. Enriching semantic knowledge bases for opinion mining in big data applications [J]. *Knowledge – Based Systems*, 2014, 69: 78–85.
- [19] Shen Y, Zhang Y. Transmission protocol for secure big data in two – hop wireless networks with cooperative jamming [J]. *Information Sciences*, 2014, 281: 201–210.
- [20] 孔琳, 李玉艳, 王孟卿, 等. 多异瓢虫和异色瓢虫对草地贪夜蛾低龄幼虫的捕食能力评价 [J]. 中国生物防治学报, 2019: 1–7.
KONG Lin, LI Yuyan, WANG Mengqing, et al. Predation ability of the ladybugs and the ladybugs to the young larvae of Spodoptera frugiperda [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2019: 1–7.
- [21] 唐璞, 王知知, 吴琼. 草地贪夜蛾的生物防治研究进展 [J]. 农药市场信息, 2019, (17): 31–32.
TANG Wei, WANG Zhizhi, WU Qiong. Research progress on biological control of Spodoptera frugiperda [J]. *Pesticide Market Information*, 2019, (17): 31–32.
- [22] 虞国跃, 梁宏斌. 新疆麦田瓢虫种类记述(鞘翅目: 瓢虫科). 昆虫分类学报 [J], 1998, (2): 52–57.
YU Guoyue, LIANG Hongbin. Description of species of ladybugs in wheat fields in Xinjiang (Coleoptera: Coccinellidae) [J]. *Journal of Insect Taxonomy*, 1998, (2): 52–57.
- [23] 张建萍, 鲁素玲, 刘宁. 新疆(北疆)棉叶螨天敌种群动态及控制效应: 中国昆虫学会 2000 年学术年会 [C]. 中国湖北宜昌: 2002.
ZHANG Jianping, LU Suling, LIU Ning. Dynamics and Control Effects of Natural Enemies of Cotton Leafhoppers in Xinjiang (Northern Xinjiang): 2000 Annual Meeting of the Chinese Insect Society [C]. Yichang, Hubei, China: 2002.
- [24] 李进步, 吕昭智, 袁伟超, 等. 新疆南部地区棉田捕食性天敌种群动态 [J]. 植物保护, 2005, (5): 50–53.
LI Jinbu, LÜ Zhaozhi, YUAN Weichao, et al. Population dynamics of predatory natural enemies in cotton fields in southern Xinjiang [J]. *Plant Protection*, 2005, (5): 50–53.
- [25] 吴卫, 张晶晶, 黄人鑫. 新疆有益昆虫的调查(一)——天敌昆虫 [J]. 新疆农业科学, 2007, (5): 595–598.
WU Wei, ZHANG Jingjing, HUANG Renxin. Investigation of beneficial insects in Xinjiang (1) – natural enemy insects [J]. *Xinjiang Agricultural Science*, 2007, (5): 595–598.
- [26] 李号宾, 吴孔明, 姚举, 等. 新疆莎车县棉田自然天敌数量动态 [J]. 中国生物防治, 2007, (4): 297–305.
LI Haobin, WU Kongming, YAO Ju, et al. Dynamics of natural enemies in cotton fields in Shache County, Xinjiang [J]. *Chinese Biological Control*, 2007, (4): 297–305.
- [27] 成玲玉. 新疆枣园害螨、天敌种类调查及天敌的捕食功能反应研究 [D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2014.
CHENG Lingyu. Investigation on species and natural enemies of jujube in Xinjiang jujube and predation functional response of natural enemies [D]. Urumqi: Xinjiang Agricultural University, 2014.
- [28] 阿力甫·那思尔, 艾山·阿布都热依木, 孟玲, 李保平. 北疆棉田捕食性天敌昆虫应对棉蚜的数量反应 [J]. 应用昆虫学报, 2015, 52(4): 877–882.
Alipu Nasir, Aisha Abdureyimu, MENG Ling, et al. The quantitative response of predatory natural enemies in cotton fields in northern Xinjiang to cotton aphid [J]. *Journal of Applied Entomology*, 2015, 52(4): 877–882.
- [29] 朱晓锋, 宋博, 徐兵强, 等. 间作作物对核桃黑斑蚜及主要天敌种群的影响 [J]. 环境昆虫学报, 2015, 37(6): 1170–

1175.
ZHU Xiaofeng, SONG Bo, XU Bingqiang, et al. Effects of inter-cropping crops on the population of black spotted hawkbill and major natural enemies [J]. *Acta Physica Sinica*, 2015, 37(6): 1170 – 1175.
- [30] 陈廷贵, 张金屯. 十五个物种多样性指数的比较研究 [J]. 河南科学, 1999, (S1): 62 – 64, 78.
CHEN Tinggui, ZHANG Jinxi. A comparative study of fifteen species diversity indices [J]. *Henan Science*, 1999, (S1): 62 – 64, 78.
- [31] 汤才, 任顺祥, 庞雄飞, 等. 孟氏隐唇瓢虫捕食湿地松粉蚧的研究 [J]. 昆虫天敌, 1995, (1): 9 – 12.
TANG Cai, REN Shunxiang, PANG Xiongfei, et al. Study on the predation of *Pinus sylvestris* var. *Mongolia* [J]. *Insect Natural Enemies*, 1995, (1): 9 – 12.
- [32] 刘后平, 虞国跃, 姚德富. 铁杉上的瓢虫种类研究(鞘翅目: 瓢虫科) [J]. 林业科学, 1997, (5): 432 – 440.
LIU Houping, YU Guoyue, YAO Defu. Studies on the species of ladybugs on hemlock (Coleoptera: Coccinellidae) [J]. *Forestry Science*, 1997, (5): 432 – 440.
- [33] 董文霞, 肖春, 李成云. 作物多样性种植对农田害虫及天敌的影响 [J]. 中国生态农业学报, 2016, 24(4): 435 – 442.
DONG Wenxia, XIAO Chun, LI Chengyun. Effects of crop diversity on farmland pests and natural enemies [J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2016, 24(4): 435 – 442.
- [34] ZHOU Haibo, CHEN Julian, LIU Yong, et al. Influence of Garlic Intercropping or Active Emitted Volatiles in Releasers on Aphid and Related Beneficial in Wheat Fields in China [J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2013, 12(3): 467 – 473.
- [35] Dombia M, Hemptinne J, Dixon G. Assessment of patch quality by ladybirds: role of larval tracks [J]. *Oecologia*, 1998, 113(2): 197 – 202.
- [36] 董文霞, 陈宗懋. 大气臭氧浓度升高对植物及其昆虫的影响 [J]. 生态学报, 2006, (11): 3878 – 3884.
DONG Wenxia, CHEN Zongqi. Effects of elevated atmospheric ozone concentration on plants and their insects [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, (11): 3878 – 3884.
- [37] 朱慧. 气候变化和放牧对草地植物与昆虫多样性关系的作用 [D]. 长春: 东北师范大学, 2012.
ZHU Hui. The role of climate change and grazing on the relationship between grassland plants and insect diversity [D]. Changchun: Northeast Normal University, 2012.
- [38] Ferguson K I, Stiling P. Non-additive effects of multiple natural enemies on aphid populations [J]. *Oecologia*, 1996, 108(2): 375 – 379.

A Preliminary Report on the Species of Natural Enemies Ladybug in Yili Valley of Xinjiang

Aerziguli Rouzi^{1,2}, DING Xinhua², Tursun Ahmat², FU Kaiyun², HE Jiang²,
Adili Shataer¹, GUO Wenchao³, YU Guoyue⁴

(1. College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China; 2. Institute of Plant Protection, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China; 3. Institute of Applied Microbiology, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China; 4. Beijing Academy of Agricultural and Forestry Science, Beijing 100097)

Abstract [Objective] As an important group of natural enemies, ladybug has great potential for exploitation and utilization. In order to provide scientific guidance for the protection and utilization of natural enemies in Yili valley, a systematic investigation of ladybug species in Yili valley, Xinjiang was conducted. **[Method]** In this study, the composition and distribution of ladybug species of 14 typical habitats in 90 sites in 9 counties and cities in Yili valley, Xinjiang were investigated by net and visual methods. **[Result]** A total of 1,173 specimens belonging to 20 species of 11 genera of 3 subfamilies were obtained, among which the dominant species were *Hippodamia variegata* and *Propylea quatuordecimpunctata*. *Coccinulla sinensis* (Weise, 1889) was a new record species in Xinjiang. There were significant differences in the species composition and community structure of ladybug in different habitats. Ladybug species in weed habitat were the most abundant, up to 13 species, while ladybug species in apple orchard habitat were the least, only 1 species. The species diversity analysis showed that the diversity indexes of wheat and paddy fields in different habitat systems were the highest, which were 0.710,942 and 0.693,948, and the richness indexes were also high, while the evenness indexes were poor, which were 0.396,785 and 0.356,619, and the dominance indexes were also low. However, the first three diversity indexes of apple orchard and peach orchard were very low, but the dominance indexes were the highest. In different areas, the diversity indexes of Nilke County and Yining County were very high, 0.703,382 and 0.667,679 respectively, and the richness indexes were also very high, 1.257,681 and 1.645,922 respectively, but the evenness indexes of these two counties were poor, 0.361,467 and 0.289,969 respectively, and the dominance index was also low. The diversity index of Tex County was the lowest, 0.301,030, and the richness index was lower, 0.378,923, while the dominance index was the highest, 0.500,000. **[Conclusion]** The more frequent the external intervention, the worse the distribution of ladybug species and the diversity of species and groups. The more single community structure was, the more unstable the ecosystem was, which affected the change of ladybug community structure in Yili valley. It is suggested that the protection and utilization of natural enemies of ladybugs should be strengthened in Yining County, Nilke County and other areas with the most abundant ladybug species.

Key words: Yili valley area; coccinellidae; species and distribution; community structure

Fund project: Supported by the National Key R & D Planning Project "Natural Enemy Insect Prevention and Control Technology and Product Development" (2017YFD0201000), "Integration Research and Demonstration of Reducing Technology on Chemical Fertilizers and pesticide in the Northern Corn" (2017YFD0201800)

Corresponding author: GUO Wenchao (1966 -), male, Hebei native, researcher, doctoral tutor, research direction for integrated pest management, (E-mail) gwc1966@163.com

YU Guoyue (1963 -), male, born in Zhejiang Cixi, researcher, doctoral tutor, research direction for Classification and utilization of ladybugs, (E-mail) yuguoyue@aliyun.com;