

崔洁, 杨泽鹏, 王思展, 唐晓琴, 王文峰. 西藏林芝地区农田瓢虫资源及优势种种群动态[J]. 应用与环境生物学报, 2022, 28 (4): 890-896
Cui J, Yang ZP, Wang SZ, Tang XQ, Wang WF. Population dynamics of farmland ladybug resources and dominant species in Nyingchi, Tibet, China [J]. Chin J Appl Environ Biol, 2022, 28 (4): 890-896

西藏林芝地区农田瓢虫资源及优势种种群动态

崔洁¹ 杨泽鹏¹ 王思展¹ 唐晓琴¹✉ 王文峰²✉

¹西藏自治区农牧学院植物科学学院 林芝 860000

²西藏自治区农牧科学院农业资源与环境研究所 拉萨 850000

摘要 捕食性瓢虫是重要的天敌昆虫,有利于害虫的生物防治。为查清西藏林芝地区农田瓢虫资源与种群现状,明确优势种类及种群动态和规律,对林芝不同生态区域的青稞、小麦、油菜3种作物农田开展瓢虫资源调查研究,同时选取固定样地定期进行种群动态分析。结果显示:林芝地区农田瓢虫分为2个亚科4个族10个属,共13种,其中11种为捕食性瓢虫。主要优势瓢虫种类为横斑瓢虫、多异瓢虫、二星瓢虫。其中横斑瓢虫在全部调查样地中均有分布,在农田中总体优势度指数、相对多度为最高。3种优势瓢虫在不同作物中种群动态变化规律存在差异,其中横斑瓢虫虫口密度长期高于其余优势瓢虫,且与蚜虫密度曲线有较为明显的重合现象。横斑瓢虫种群密度峰值主要集中在6月中旬至7月上旬,但在不同作物农田中具体峰值时期存在差异。可见,林芝地区农田不同种类瓢虫之间有较大数量差异,在不同生态区域与作物环境下具有不同的种群特征,但是优势瓢虫种类与种群规律较为明确,可用于农田蚜虫生物防治;结果可为保护当地重要昆虫资源及开展生物防治提供基础数据支撑。(图4 表6 参23)

关键词 农田; 瓢虫资源; 优势度; 种群密度

Population dynamics of farmland ladybug resources and dominant species in Nyingchi, Tibet, China

CUI Jie¹, YANG Zepeng¹, WANG Sizhan¹, TANG Xiaoqin¹✉ & WANG Wenfeng²✉

¹ College of Plant Sciences, Tibet Agriculture and Animal Husbandry University, Nyingchi 860000, China

² Institute of Agricultural Resources and Environment, Tibet Academy of Agriculture and Animal Husbandry Sciences, Lhasa 850000, China

Abstract Predatory ladybugs are important natural enemy insects that are conducive to the biological control of pests. In order to determine the resources and population status of ladybugs in the farmland of Nyingchi, Tibet, China and elucidate the dominant ladybug species and their population dynamics, the ladybug resources of highland barley, wheat, and rape in different ecological regions of Nyingchi were investigated. In addition, the population dynamics of fixed plots were regularly investigated. The results revealed 13 species of ladybugs in Nyingchi farmland, including 2 subfamilies, 4 families, and 10 genera, of which 11 species were predatory ladybugs. The dominant ladybug species in the Nyingchi farmland are *Coccinella transversoguttata* Faldermann, *Adonia variegata* Goeze, and *Adalia bipunctata* Linnaeus. *Coccinella transversoguttata* Faldermann was distributed in all survey plots, and the overall dominance index and relative abundance were highest in farmland. The population dynamics of the three dominant ladybugs differed across different crops. The population density of *Coccinella transversoguttata* Faldermann was higher than that of other dominant ladybugs for a long time, with a significant overlap in their aphid density curves. The peak population density of *Coccinella transversoguttata* Faldermann was mainly concentrated from mid-June to early July, but the specific peak periods differed across different crops. It can be observed that the number of different types of ladybugs in Nyingchi farmland is quite varied, with differing population characteristics in different regions and crops. However, the dominant ladybug species and population laws are relatively clear and can be used for the biological control of aphids in farmlands. This study preliminarily determined the resources and population characteristics of ladybugs in Nyingchi farmland, clarified the occurrence regularity of dominant ladybugs in the field, and laid the foundation for the protection of important insect resources and biological control.

Keywords farmland; ladybug resource; dominance; population density

收稿日期 Received: 2021-12-18 接受日期 Accepted: 2022-07-11

第二次青藏高原综合科学考察研究项目 (2019QZKK0303) 和西藏农牧学院研究生教育创新计划项目 (YJS2021-06) 资助 Supported by the Second Tibetan Plateau Scientific Expedition and Research Program (2019QZKK0303) and the Graduate Education Innovation Program of Tibet Agriculture and Animal Husbandry University (YJS2021-06)

✉通信作者 Corresponding author (E-mail: tibetxq@sina.com)

林芝位于西藏东南部,雅鲁藏布江中下游,森林植被茂密,生态环境良好,农业气候适宜,是西藏较好的农业区,具有优越的自然条件。林芝地区农田种植着大量小麦、青稞、油菜、玉米等作物^[1],其中青稞、小麦与油菜是西藏种植三大作物。蚜虫俗称腻虫、蜜虫等,隶属于半翅目(Hemiptera),具有繁殖快和适应性强等特点^[2]。西藏三大作物皆遭受蚜虫危害,蚜虫危害麦类作物整个生育期,抽穗前为害叶片,抽穗后群集穗部为害,在灌浆期吸食汁液影响灌浆,严重影响作物产量^[3]。有翅蚜迁飞扩散寻找寄主植物时要反复转移尝食,传播多种植物病毒病,比如蚜虫在小麦生长前期传播黄矮病^[4]。蚜虫是危害油菜生育期内最严重的害虫,蚜虫聚集在油菜的叶片、花蕾、枝梗等上汲取营养进行大量繁殖^[5],严重影响油菜的产量与品质。蚜虫化学防治效果并不理想,喷药过后蚜虫数量虽会明显减少,但残余蚜虫继续为害且大量繁殖,蚜虫种群数量很快便会恢复到之前水平。

化学防治蚜虫成效不高且污染环境,但生物防治则不存在这些问题。广义生物防治法是利用生物有机体或其代谢产物抑制有害动、植物种群的繁衍滋生。狭义生物防治指人们有限地引进或保护增殖寄生性昆虫、捕食性天敌和病原微生物等天敌,以抑制植物病、虫、杂草和有害动物种群繁衍滋长的技术方法。天敌生物防治是利用害虫天敌来控制有害生物的技术,通过天敌寄生或捕食作用,将害虫控制在经济损害水平阈值以下。使用农业害虫生物防治技术,能够有效抑制害虫大量繁殖^[6],减少害虫种群数量,还可以降低农药施用量,提高农产品质量安全^[7],保护生态环境。目前运用捕食性瓢虫防治蚜虫的方法最为普遍,其中异色瓢虫(*Harmonia asyridis* Pallas)、七星瓢虫(*Coccinella septempunctata* Linnaeus)、龟纹瓢虫(*Propylea japonica* Thunberg)等是我国农林业优势捕食性瓢虫^[8],在蚜虫、粉虱、蚧壳虫等害虫的防治中发挥了重要作用。

由于林芝地区不同作物农田中的瓢虫种类与优势种尚不明确,对农田瓢虫种群发生动态缺乏了解,难以有效利用当地优势瓢虫资源进行农田蚜虫的生物防治。对林芝地区农田捕食性瓢虫种类数量及其发生规律的认识,直接关系到瓢虫控害作用评价及害虫综合防治利用。我们通过调查研究林芝地区不同区域3种作物农田的瓢虫资源现状,分析林芝市西藏农

牧学院农场基地农田中优势瓢虫的种群动态,明确林芝地区农田的优势瓢虫种类及种群发生规律,为优势瓢虫的选种繁育与农田害虫生物防治等奠定研究基础。

1 材料与方法

1.1 调查地区与样地概况

林芝地区耕地主要集中在雅鲁藏布江及其支流尼洋河附近,因此调查区域便选取位于林芝市的巴宜区、工布江达县、米林县的耕地。林芝属于亚热带湿润和半湿润气候,年平均温度为8.5℃,年降雨量为639.3-654 mm,年蒸发量为1 644.7-1 806.6 mm,年平均相对湿度63%,年日照时数为2 511.6-19 878.3 h。林芝自然条件优越,农业气候适宜,适合作物生长,在调查区域内种植了大量的青稞、小麦、油菜。本研究选取了这3种作物,不同作物皆选取处于不同生态区域的5块农田,调查农田青稞与小麦处于拔节抽穗期、开花期、灌浆成熟期,油菜处于现蕾抽薹期、开花期、角果发育成熟期。农田内昆虫自行发生与繁殖,不予人工干预。具体调查样地情况如表1所示,*为瓢虫优势种群动态调查选取样地。

1.2 调查方法

1.2.1 瓢虫资源与种群调查 在林芝地区选取如表1所示的5块青稞田、5块小麦田、5块油菜田,在2021年5至7月进行瓢虫资源调查,每块田调查3次,每次调查时间间隔大于20 d。瓢虫标本采集与鉴定方法如下。(1)网扫法:在农田中运用五点取样法与等距取样法确定调查点位,在点位选取5 m²范围样方,用网扫法扫取瓢虫,选择透气结实、网兜相对较深的昆虫网,尽可能地向下向上或斜向上的手法扫,利用惯性把农田里的瓢虫扫到网兜里^[9]。将扫取的瓢虫装入集虫袋作好标记带回实验室。(2)目测观察法^[9]:在农田中根据五点取样法与等距取样法选取调查点位,根据点位划定5 m²的样方,分别人工观察并收集每个样方内的瓢虫,并捕捉到集虫袋中作好标记,带回实验室。(3)仔细检查法:若农田形状不规则,则根据农田大小均匀选取5个点位,每个点位选取100株作物,详细检查并记录在此100株作物区域内的瓢虫^[9],将区域内的瓢虫人工捕捉进集虫袋,作好标记带回实验室。(4)瓢虫标本鉴定:将采集的瓢虫进行种类鉴定,若无法直接鉴定则把瓢虫标本尽数带回实验室,查阅相关图书及文献资料,观察外部形态或在显

表1 调查样地
Table 1 Investigated farmland

作物 Crop	编号 Number	地点 Location	经纬度 Longitude and latitude	海拔 Height above sea level (h/m)
青稞田 Highland barley field	QK01	巴宜区鲁朗镇 Lulang town, Bayi district	94°73208'E, 29°70189'N	3391
	QK02	巴宜区百巴镇 Baiba town, Bayi district	93°93531'E, 29°79417'N	3156
	QK03	米林县羌纳乡米尼村 Mini village, Milin county	94°57342'E, 29°45619'N	2924
	QK04*	巴宜区西藏农牧学院农场 College farm in Bayi district*	94°34818'E, 29°67696'N*	3000 *
	QK05	工布江达县西日村 Xiri village, Gongbujiangda county	93°50181'E, 29°89267'N	3319
小麦田 Wheat paddock	XM01	巴宜区鲁朗镇 Lulang town, Bayi district	94°74587'E, 29°74369'N	3436
	XM02	巴宜区结麦村 Jiemai village, Bayi district	94°43578'E, 29°56980'N	2984
	XM03	米林县下拉村 Xiala village, Milin county	94°67029'E, 29°46520'N	2916
	XM04*	巴宜区西藏农牧学院农场 College farm in Bayi district*	943°4877'E, 296°7687'N*	3000 *
	XM05	工布江达县江达乡 Jiangda township, Gongbujiangda county	93°94766'E, 295°4598'N	3455
油菜田 Rape field	YC01	巴宜区鲁朗镇 Lulang town, Bayi district	94°73208'E, 29°70189'N	3436
	YC02	巴宜区结麦村 Jiemai village, Bayi district	94°43578'E, 29°56980'N	2984
	YC03	巴宜区米瑞村 Mirui village, Bayi district	94°59823'E, 29°49527'N	2936
	YC04*	巴宜区西藏农牧学院农场 College farm in Bayi district*	94°34834'E, 29°67654'N*	3000 *
	YC05	工布江达县江达乡 Jiangda township, Gongbujiangda county	93°94766'E, 29°54598'N	3455

*: 瓢虫优势种群动态调查选取样地。

*: The sampling sites selected for the dynamic investigation of ladybug dominant species.

显微镜下解剖瓢虫观察其雄性生殖器进行鉴定^[10]。无法自行鉴定的瓢虫种类则求助咨询相关领域专家得到鉴定结果。瓢虫鉴定具体到种, 鉴定成功后统计该种瓢虫在样地中的数量。

1.2.2 瓢虫种群动态调查 选取位于西藏农牧学院农场基地的青稞田 (QK04)、小麦田 (XM04)、油菜田 (YC04) 为固定调查样地, 样地在调查期内不进行化学防治, 农田中的昆虫自行发生与繁殖。在农田中根据五点取样法^[11]选取5个1 m²样方 (麦田每个样方约25株苗, 油菜田约20株), 观察记录每个样方内瓢虫成虫的种类数量与样方内株苗数, 在每个样方中随机选取5株苗, 记录每株苗蚜虫数量, 计算样方内每株苗蚜虫平均数量, 估算百株虫口密度。调查时间从5月中旬至7月底, 定期每隔6 d进行一次调查。

1.3 数据计算及统计方法

种群优势度指数采用Berger-Parker (1974) 优势度指数 (dominance) 计算方法, 优势度指数等于群落内某种优势种群的数量除以群落内各物种的个体总数量。

捕食性瓢虫优势度指数 (predatory ladybug dominance) 等于某种捕食性瓢虫数量除以全部捕食性瓢虫总量。

瓢虫物种丰富度 (species richness) 用瓢虫种类数来表示^[12-13]。

相对多度 (relative abundance): 50%以上, +++; 5%-50%之间, ++; 5%以下, +。

2 结果与分析

2.1 林芝地区农田瓢虫资源及种群特征

共采集瓢虫标本3 541号。如表2所示, 林芝地区农田中瓢虫主要分为2个亚科4个族10个属, 共13种。其中11种为捕食性瓢虫, 菌食性与植食性瓢虫各有1种。分类发现捕食性瓢虫主要是瓢虫族 (Coccinellini) 与长足瓢虫族 (Hippodamiini) 的昆虫, 捕食性瓢虫农田中比例较高的有横斑瓢虫 (*Coccinella transversoguttata* Faldermann) 60.10%, 多异瓢虫 (*Adonia variegata* Goeze) 16.15%, 二星瓢虫 (*Adalia bipunctata* Linnaeus) 12.40%, 奇斑瓢虫 (*Harmonia eucharis* Mulsant) 2.20%, 异色瓢虫 (*Harmonia asyridis* Pallas) 1.30%。菌食性瓢虫只发现有梵文菌瓢虫 (*Halyzia sanscrita* Mulsant),

是食菌瓢虫族 (Psyllborini) 黄菌瓢虫属 (*Halyzia*) 昆虫, 主要以麦类白粉菌为食, 农田占比0.03%。植食性瓢虫只发现有十二斑食植瓢虫 (*Epilachna dodecaspilota* Hu & Wang), 是食植瓢虫亚科 (Epilachninae) 食植瓢虫族 (Epilachnini) 食植瓢虫属 (*Epilachna*) 昆虫, 农田占比5.28%, 目前具体寄主植物尚不明确, 采集标本时发现鲁朗镇农田周边的西藏糙苏 (*Phlomis tibetica*) 与尼泊尔酸模 (*Rumex nepalensis* Spreng) 上此种瓢虫数量较多。

将调查的农田分为5个生态区域, 分别为鲁朗镇 (QK01, XM01, YC01)、市区附近 (QK02, XM02, YC02)、雅鲁藏布江周边 (QK03, XM03, YC03)、学院农场 (QK04, XM04, YC04)、工布江达 (QK05, XM05, YC05), 发现各种瓢虫在不同区域农田中的优势度也有不同。如表3所示, 横斑瓢虫在13种瓢虫中的总体优势度指数位居第一, 在所有区域农田中皆有出现, 其中工布江达农田比其他区域优势度较高, 为0.672 7, 雅鲁藏布江周边农田最低, 为0.455 6。多异瓢虫总体优势度仅次于横斑瓢虫, 除去在鲁朗镇农田优势度为0外, 市区附近农田优势度最高, 为0.267 0, 雅鲁藏布江周边最低, 为0.109 4。二星瓢虫总体优势度位居第三, 除去在鲁朗镇农田优势度为0外, 在雅鲁藏布江周边农田最高, 为0.287 0, 市区附近最低, 为0.059 0。奇斑瓢虫虽在所有区域农田中皆有出现, 但优势度指数均较低。梵文菌瓢虫仅在雅鲁藏布江周边农田有发现, 且优势度指数较低, 为0.001 3。十二斑食植瓢虫仅在鲁朗镇农田有发现, 优势度指数为0.327 7。鲁朗农田瓢虫物种较少, 调查发现只有3种瓢虫, 其余区域的农田瓢虫种类较多。

不同种类瓢虫在不同作物农田中的分布也有区别。如表4所示, 横斑瓢虫在全部的3种作物农田中都有出现, 3种作物农田相对多度均最高, 为+++。多异瓢虫除在鲁朗镇之外的其余农田中皆有出现, 3种作物农田相对多度均为++。二星瓢虫在雅鲁藏布江周边和工布江达的青稞田与除鲁朗镇之外的小麦田和油菜田中有发现。二星瓢虫在青稞田与小麦田中相对多度为++, 但是在油菜田中较低, 为+。奇斑瓢虫在鲁朗镇与市区附近的青稞田中未发现, 在中工布江达的小麦田未有分布, 在市区附近与雅鲁藏布江附近的油菜田中有发现。异色瓢虫在学院农场的青稞田与小麦田、市区附近的小麦田、雅鲁藏布江周边

表2 林芝地区农田瓢虫分类
Table 2 Classification of ladybugs in Nyingchi farmland

科 Family	亚科 Subfamily	族 Tribe	属 Genus	种 Species	数量 Quantity	比例 Proportion (P/%)
瓢虫科 Coccinellidae	瓢虫亚科 Coccinellinae	瓢虫族 Coccinellini	瓢虫属 <i>Coccinella</i>	横斑瓢虫 <i>Coccinella transversoguttata</i> Faldermann	2 128	60.10
				纵条瓢虫 <i>Coccinella longifasciata</i> Liu	6	0.17
			和谐瓢虫属 <i>Harmonia</i>	奇斑瓢虫 <i>Harmonia eucharis</i> Mulsant	78	2.20
				异色瓢虫 <i>Harmonia asyridis</i> Pallas	46	1.30
				隐斑瓢虫 <i>Harmonia yedoensis</i> Takizawa	5	0.14
				小巧瓢虫属 <i>Oenopia</i>	13	0.37
			大丽瓢虫属 <i>Adalia</i>	二星瓢虫 <i>Adalia bipunctata</i> Linnaeus	439	12.40
				裸瓢虫属 <i>Calvia</i>	18	0.51
		长足瓢虫族 Hippodamiini	多异瓢虫属 <i>Adonia</i>	多异瓢虫 <i>Adonia variegata</i> Goeze	572	16.15
			新异瓢虫属 <i>Parippodamia</i>	北方异瓢虫 <i>Parippodamia arctica</i> Schneider	25	0.71
			弯角瓢虫属 <i>Semiadalia</i>	十斑弯角瓢虫 <i>Semiadalia decimgutata</i> Jing	23	0.65
		食菌瓢虫族 Psyllborini	黄菌瓢虫属 <i>Halyzia</i>	梵文菌瓢虫 <i>Halyzia sanscrita</i> Mulsant	1	0.03
	食植瓢虫亚科 Epilachninae	食植瓢虫族 Epilachnini	食植瓢虫属 <i>Epilachna</i>	十二斑食植瓢虫 <i>Epilachna dodecaspilota</i> Hu & Wang	187	5.28

的小麦田与油菜田有发现。奇斑瓢虫与异色瓢虫在3种农田中的相对多度均为+。3种作物农田的瓢虫物种丰富度在8-9之间。其余种类瓢虫在3种农田中未全部出现，且相对多度均较低。

分析林芝地区农田瓢虫种群特征，将3种作物农田中皆有出现的瓢虫种类进行筛选，发现有5种瓢虫，其不同农田中的比例与优势度指数如表5、6所示，5种捕食性瓢虫种群总量在农田中的比例皆在96%以上。横斑瓢虫在3种作物农田中的总体比例大于其他种类，同时优势度指数较其余捕食性瓢虫也为最高，青稞田中优势度指数高于其余作物，为0.706 2。多异瓢虫在XM04小麦田中比例超过横斑瓢虫，其余农田中均低于横斑瓢虫，在油菜田中优势度高于其他作物，为0.258 3。二星瓢虫在QK03青稞田中比例超过横斑瓢虫与多异瓢虫，在XM03、XM05小麦田中比例超过多异瓢虫，二星瓢虫在小麦田中的优势度指数也高于多异瓢虫，二星瓢虫在油菜田中优势度指数比其他农田较低，为0.044 4。较此3种瓢虫，其他捕食性瓢虫农田占比与优势度均较低。

2.2 林芝地区农田优势瓢虫种群动态

林芝地区青稞田、小麦田、油菜田3种作物皆遭受农田蚜虫危害，通过对5种捕食性瓢虫进一步筛选，横斑瓢虫、多异

瓢虫、二星瓢虫为主要捕食性瓢虫优势种，以此3种瓢虫为主要种类进行定期种群动态调查。

青稞田中优势瓢虫种群时序动态如图1所示。横斑瓢虫在调查的所有时间段中虫口密度高于多异瓢虫与二星瓢虫，横斑瓢虫在6月下旬之前，虫口密度处于上升阶段，在6月下旬达到峰值，百株虫口密度为71.25头，之后处于下降趋势。多异瓢虫在前期虫口密度高于二星瓢虫，峰值处在6月下旬，百株虫口密度为17.5头，之后下降。二星瓢虫在6月下旬之前时间段内虫口密度最低，在6月下旬之后，虫口密度超过多异瓢虫，达到峰值，百株虫口密度为15头。青稞田蚜虫种群在6月中旬之前处于上升阶段，在6月中旬达到峰值，百株虫口密度为25 900头，后下降。横斑瓢虫在青稞田中对青稞蚜虫虫口密度走势有明显的跟随现象。

小麦田中优势瓢虫农田种群时序动态如图2所示。横斑瓢虫在6月之前虫口密度与多异瓢虫相当，无明显密度优势，但是在6月之后，虫口密度大幅上升，在6月中旬达到峰值，百株虫口密度为65头，6月中旬之后下降，在7月之后，虫口密度与二星瓢虫相当。二星瓢虫在7月之前虫口密度一直最低，在7月上旬达到峰值，百株虫口密度为21.25头，之后下降。多异瓢虫峰

表3 瓢虫在不同生态区域农田中的优势度
Table 3 Ladybug dominance in agricultural fields at different ecological areas

种 Species	优势度 Dominance				
	鲁朗镇 Lulang town	市区附近 Near the city	雅鲁藏布江周边 Around the Yarlung Zangbo River	学院农场 College farm	工布江达 Gongbujiangda
横斑瓢虫 <i>Coccinella transversoguttata</i> Faldermann	0.6711	0.5851	0.4556	0.6494	0.6727
多异瓢虫 <i>Adonia variegata</i> Goeze	0	0.2670	0.1094	0.1784	0.1986
奇斑瓢虫 <i>Harmonia eucharis</i> Mulsant	0.0012	0.0188	0.0785	0.0292	0.0135
二星瓢虫 <i>Adalia bipunctata</i> Linnaeus	0	0.0590	0.2870	0.0747	0.0655
异色瓢虫 <i>Harmonia asyridis</i> Pallas	0	0.0238	0.027	0.0207	0
十斑弯角瓢虫 <i>Semiadalia decimgutata</i> Jing	0	0	0.0116	0	0.0226
龙斑巧瓢虫 <i>Denopia dracoguttata</i> Jing	0	0.0151	0.0103	0.0124	0
北方异瓢虫 <i>Parippodamia arctica</i> Schneider	0	0.0138	0	0.0145	0.0201
十四星裸瓢虫 <i>Calvia quatuordecimguttata</i> Linnaeus	0	0.0125	0.0129	0.0124	0.0070
纵条瓢虫 <i>Coccinella longifasciata</i> Liu	0	0	0.0064	0	0
隐斑瓢虫 <i>Harmonia yedoensis</i> Takizawa	0	0.0050	0	0.0083	0
梵文菌瓢虫 <i>Hlalyzia sanscrita</i> Mulsant	0	0	0.0013	0	0
十二斑食植瓢虫 <i>Epilachna dodecaspilota</i> Hu & Wang	0.3277	0	0	0	0

表4 瓢虫在农田中的分布特征
Table 4 Characteristics of ladybug distribution in farmland

种 Species	青稞田 Highland barley field			小麦田 Wheat paddock			油菜田 Rape field		
	编号 No.	相对多度 Relative abundance	丰富度 Species richness	编号 No.	相对多度 Relative abundance	丰富度 Species richness	编号 No.	相对多度 Relative abundance	丰富度 Species richness
横斑瓢虫 <i>Coccinella transversoguttata</i> Faldermann	1, 2, 3, 4, 5	+++		1, 2, 3, 4, 5	+++		1, 2, 3, 4, 5	+++	
多异瓢虫 <i>Adonia variegata</i> Goeze	2, 3, 4, 5	++		2, 3, 4, 5	++		2, 3, 4, 5	++	
奇斑瓢虫 <i>Harmonia eucharis</i> Mulsant	3, 4, 5	+		1, 2, 3, 4	+		2, 3	+	
二星瓢虫 <i>Adalia bipunctata</i> Linnaeus	3, 5	++		2, 3, 4, 5	++		2, 3, 4, 5	+	
异色瓢虫 <i>Harmonia asyridis</i> Pallas	4	+		2, 3, 4	+		3	+	
十斑弯角瓢虫 <i>Semiadalia decimgutata</i> Jing	5	+		—	—		3	+	
龙斑巧瓢虫 <i>Denopia dracoguttata</i> Jing	—	—		3	+	9	2, 4	+	8
北方异瓢虫 <i>Parippodamia arctica</i> Schneider	2, 4, 5	+	9	—	—		—	—	
十四星裸瓢虫 <i>Calvia quatuordecimguttata</i> Linnaeus	—	—		2, 4, 5	+		3, 5	+	
纵条瓢虫 <i>Coccinella longifasciata</i> Liu	3	+		—	—		—	—	
隐斑瓢虫 <i>Harmonia yedoensis</i> Takizawa	—	—		2, 4	+		—	—	
梵文菌瓢虫 <i>Hlalyzia sanscrita</i> Mulsant	3	+		—	—		—	—	
十二斑食植瓢虫 <i>Epilachna dodecaspilota</i> Hu & Wang	—	—		1	+		—	—	

1: 鲁朗镇; 2: 林芝市区附近; 3: 雅鲁藏布江周边; 4: 学院农场; 5: 工布江达县。50%以上, +++; 5%-50%之间, ++; 5%以下, +。
1: Lulang Town; 2: Near Nyingchi City; 3: Around the Yarlung Zangbo River; 4: College farm; 05: Gongbu Jiangda. Above 50%, + + +; between 5%-50%, + +; below 5%, +.

值出现在6月中旬,百株虫口密度为20头,峰值前期虫口密度高于二星瓢虫,但峰值过后,7月初开始,二星瓢虫虫口密度超过多异瓢虫.小麦田蚜虫种群峰值发生在6月中旬,与横斑瓢虫、多异瓢虫峰值时间相同.

油菜田中优势瓢虫农田种群时序动态如图3所示.横斑瓢虫在油菜田调查时期内虫口密度皆超过多异瓢虫与二星瓢虫,在6月底之前,百株虫口密度一直在24-14头之间浮动,在6月底

与7月初迅速上升,达到峰值,百株虫口密度为126头,之后一直处于下降趋势.多异瓢虫在6月下旬,虫口密度达到峰值,百株虫口密度为28头,调查期内虫口密度一直高于二星瓢虫.二星瓢虫在调查期内虫口密度一直处于极低状态.

经过瓢虫资与优势种种群动态调查,初步确定横斑瓢虫在林芝地区农田优势程度最高,横斑瓢虫在3种作物农田中的种群变化规律也不同.如图4所示,横斑瓢虫种群密度在6月之

表5 主要捕食性瓢虫在农田中的比例
Table 5 The proportion of major predatory ladybugs in farmland

农田 Farmland	编号 Number	比例 Ratio (r/%)					5种瓢虫种群 Five species of ladybugs
		横斑瓢虫 <i>Coccinella transversoguttata</i> Faldermann	多异瓢虫 <i>Adonia variegata</i> Goeze	二星瓢虫 <i>Adalia bipunctata</i> Linnaeus	奇斑瓢虫 <i>Harmonia eucharis</i> Mulsant	异色瓢虫 <i>Harmonia asyridis</i> Pallas	
青稞田 Highland barley field	QK01	100.00	—	—	—	—	100.00
	QK02	71.31	26.29	—	—	—	97.60
	QK03	43.05	8.62	43.11	4.62	—	99.40
	QK04	77.86	17.21	—	0.82	2.46	98.35
	QK05	81.08	14.86	2.03	0.67	—	98.64
小麦田 Wheat paddock	XM01	100.00	—	—	—	—	100.00
	XM02	56.82	21.59	13.07	2.84	2.27	96.59
	XM03	51.58	8.51	32.36	6.41	1.13	99.99
	XM04	39.89	55.01	—	1.69	1.69	98.28
	XM05	71.23	12.53	15.49	—	—	99.55
油菜田 Rape field	YC01	100.00	—	—	—	—	100.00
	YC02	57.51	39.06	2.15	0.43	—	99.15
	YC03	57.97	24.64	7.25	5.80	2.80	98.46
	YC04	77.12	17.64	4.58	—	—	99.34
	YC05	69.73	16.32	13.59	—	—	99.64

表6 主要捕食性瓢虫的优势度指数
Table 6 Dominance index of major predatory ladybugs

农田 Farmland	优势度 Degree of dominance				
	横斑瓢虫 <i>Coccinella transversoguttata</i> Faldermann	多异瓢虫 <i>Adonia variegata</i> Goeze	二星瓢虫 <i>Adalia bipunctata</i> Linnaeus	奇斑瓢虫 <i>Harmonia eucharis</i> Mulsant	异色瓢虫 <i>Harmonia asyridis</i> Pallas
青稞田 Highland barley field	0.7062	0.1385	0.1262	0.0123	0.0031
小麦田 Wheat paddock	0.5827	0.1373	0.2148	0.0405	0.0141
油菜田 Rape field	0.6514	0.2583	0.0444	0.0236	0.0111

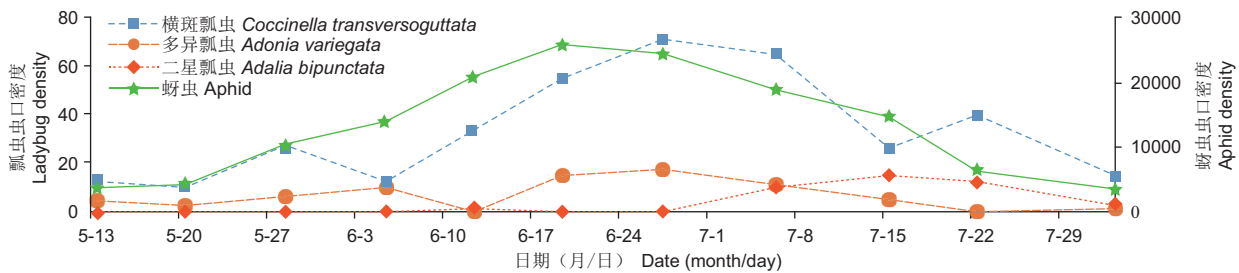


图1 青稞田中优势瓢虫种群时序动态(百株虫口密度).
Fig. 1 Dynamics of predominant ladybug populations in highland barley fields with time (number per 100 plants).

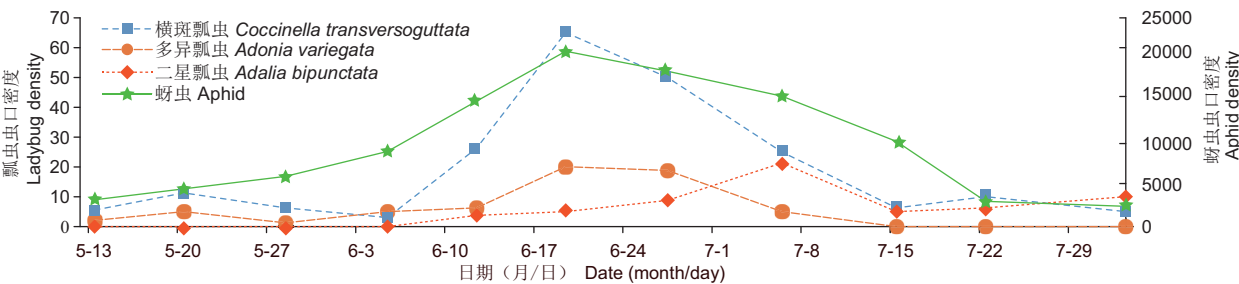


图2 小麦田中优势瓢虫种群时序动态(百株虫口密度).
Fig. 2 Dynamics of dominant ladybug populations in wheat fields with time (number per 100 plants).

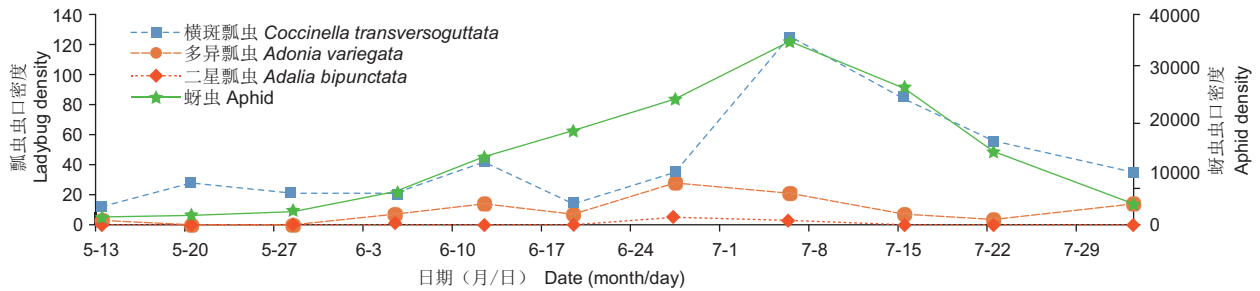


图3 油菜田中优势瓢虫种群时序动态 (百株虫口密度)。

Fig. 3 Dynamics of dominant ladybug populations in rape fields with time (number per 100 plants).

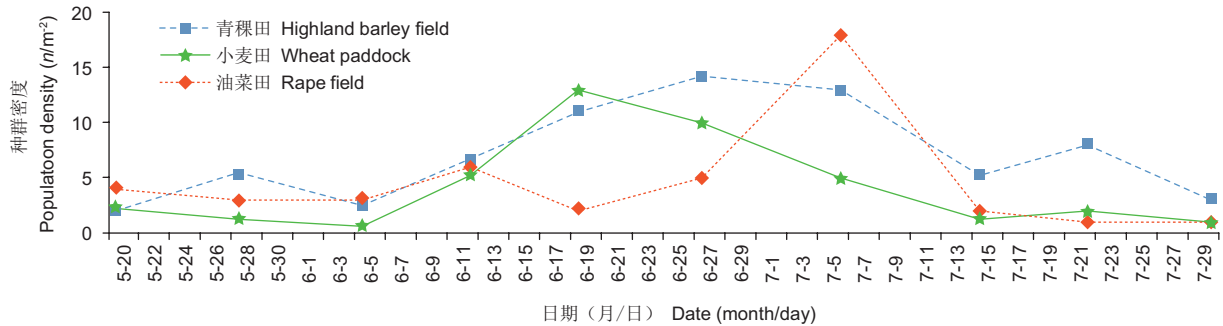


图4 横斑瓢虫在不同作物农田中的种群密度动态。

Fig. 4 Population density dynamics of *Coccinella transversoguttata* in different crop fields.

前相差不大, 6月中旬在小麦田中达到峰值, 为13头/ m^2 , 6月底在青稞田中达到峰值, 为14.25头/ m^2 , 7月初在油菜田中达到峰值, 为18头/ m^2 , 之后在3种农田的种群密度皆下降。横斑瓢虫种群密度峰值在油菜田中均高于青稞与小麦田, 青稞田中最低, 但在7月中旬之后种群密度高于小麦与油菜田。

3 讨论

只发现植食性瓢虫1种, 为十二斑食植瓢虫, 仅在林芝鲁朗镇小麦田及周边草地中发现。植食性瓢虫对农业生产危害很大, 建议把握时机采取防治措施^[13]。郑金柱研究表明高龄期的食植瓢虫对杀虫剂的抵抗能力更强^[14], 建议在十二斑食植瓢虫生长发育前期利用化学药剂进行防控。徐超对植食性昆虫的研究发现草地中的植食性昆虫个体数量要高于农耕地^[15]。在鲁朗镇小麦田周边野草茂密, 且十二斑食植瓢虫数量也较多, 推测此瓢虫是由周边草地扩散至农田。目前此瓢虫具体寄主植物尚不明确, 黄芊、杨安沛对植食性昆虫的研究发现植食昆虫对不同的寄主植物有着不同的取食偏好性^[16-17], 采集标本时发现位于鲁朗镇农田周边的西藏糙苏与尼泊尔酸模上此种瓢虫数量较多, 此瓢虫在鲁朗小麦田及周边聚集是否与寄主植物有关还需深入研究。

发现在林芝青稞与小麦上存在多种蚜虫, 且不同种类蚜虫发生高峰期也各自不同, 阎桂云研究发现七星瓢虫对两种麦类蚜虫的捕食选择中存在明显的正负喜好性^[18], 不同蚜虫种类在不同作物发育时期存在不同的种群变化规律, 寄主种群数量的变化可能影响林芝瓢虫种群变化规律。林芝地区横斑瓢虫在农田中的种群密度峰值主要集中在6月中旬与7月上旬, 但是具体峰值出现时间存在先后顺序, 杨昌利等在对当地优势种龟纹瓢虫的研究中发现龟纹瓢虫虫口密度曲线对玉米蚜有明显的跟随效应^[19], 因此推测林芝不同作物农田中峰值出现的时间差异可能与蚜虫密度密切相关。虽然猎物因素很可

能是林芝主要捕食性瓢虫种群在不同作物下变化规律存在差异的主要原因, 但是不同作物农田下环境因素也可能存在影响, 具体影响机制还待研究。

昆虫对不同环境条件有着不同的适应性^[20], 环境因素的不同能够对昆虫群落结构及多样性产生影响^[21], 林芝地区在不同生态区域农田的瓢虫种类与优势度的差异可能与环境因素有关。横斑瓢虫的数量、比例、优势度都为最高, 与其余种类瓢虫差距较大, 可能此种昆虫在历史演化过程中对高原特殊环境产生了强大的适应性^[22], 具有强大的繁殖能力, 在农田中种群密度居高不下。天敌昆虫数量增加能够有效捕杀害虫, 控制农田害虫的种群数量, 从而保护农田减少害虫危害^[23]。横斑瓢虫在林芝地区农田中始终保持相对较高的数量与密度, 推测在农田控害与人工扩繁方面有着较大潜力。

虽然农田中横斑瓢虫占据数量优势, 但是各种瓢虫在不同生态区域与作物环境下的优势度与种群动态各有差异, 因此可根据具体种群情况进行多种瓢虫与横斑瓢虫组合, 扩大天敌控害效果。比如在鲁朗镇横斑瓢虫优势度高达0.67以上, 其余瓢虫种类较少且优势度低, 这种情况便可只选取横斑瓢虫进行控害防治, 但是在雅鲁藏布江流域农田横斑瓢虫优势度只有0.46、二星瓢虫0.29, 则可使用横斑瓢虫与二星瓢虫的组合进行田间蚜虫防治, 不过二星瓢虫在油菜田优势度较低, 不建议组合使用。

4 结论

林芝地区农田瓢虫共13种, 其中11种为捕食性瓢虫。占比较大的瓢虫主要有横斑瓢虫60.10%, 多异瓢虫16.15%, 二星瓢虫12.40%, 奇斑瓢虫2.20%, 异色瓢虫1.30%。植食性瓢虫只发现有十二斑食植瓢虫。各种瓢虫在不同生态区域与不同作物农田中的种群特征也存在差异。横斑瓢虫总体优势度指数、相对多度为最高, 虫口密度跟随蚜虫发生期虫口密度, 种

群密度峰值于6月中旬、6月底、7月初分别在小麦田、青稞田、油菜田中达到峰值。上述结果提示避免在农田瓢虫活动高峰期施药,而在蚜虫大量繁殖之前释放瓢虫控制蚜虫数量;根据不同生态区域与作物中的具体种群情况可形成多种瓢虫与

横斑瓢虫最佳天敌组合应用于田间。进一步研究还需编制横斑瓢虫年生活史表,深入探究优势瓢虫捕食繁育特性,根据不同生境情况开展控害防治,并探索人工扩繁技术,大规模产出生防产品以应用于田间替代化学防治。

参考文献 [References]

- 方一平. 西藏林芝县农业资源及其作物适应性评价[J]. 国土与自然资源研究, 2000 (2): 40-43 [Fang YP. Evaluation of agricultural resources and its crop adaptability in Nyingchi County, Tibet [J]. *Land Natl Resour Res*, 2000 (2): 40-43]
- 杨青云. 小麦蚜虫的发生为害与生物防治[J]. 河南农业, 2016 (10): 25 [Yang QY. Development of wheat aphids and biocontrol [J]. *Henan Agric*, 2016 (10): 25]
- 于长春. 小麦蚜虫的发生规律及防治四招[J]. 北京农业, 2012 (28): 42-43 [Yu CC. Law of small wheat aphids and four prevention methods [J]. *Beijing Agric*, 2012 (28): 42-43]
- 杨柳. 虞城县小麦蚜虫发生现状、原因及综防措施[J]. 河南农业, 2020 (10): 44-45 [Yang L. Current situation, reasons and comprehensive prevention measures of small wheat aphids in Yucheng County [J]. *Henan Agric*, 2020 (10): 44-45]
- 钱咏梅. 油菜蚜虫的综合防治[J]. 云南农业, 2020 (5): 87-88 [Qian YM. Comprehensive control of rapeseed aphids [J]. *Yunnan Agric*, 2020 (5): 87-88]
- 黔农. 蚜虫的生物防治方法[J]. 农家之友, 2017 (12): 61 [Qian N. Biocontrol methods for aphids [J]. *Farm Fries*, 2017 (12): 61]
- 贺丽容, 严洁春, 毕冬梅. 浅谈农业害虫生物防治关键技术[J]. 山西农经, 2020 (14): 108+110 [He LR, Yan JC, Bi DM. Discussion on key technologies of agricultural pest biocontrol [J]. *Shanxi Agric Econ*, 2020 (14): 108 + 110]
- 刘雨芳, 赵文华, 阳菲, 谢美琦, 陈思源. 基于CNKI分析的我国农田捕食性昆虫资源与应用[J]. 应用昆虫学报, 2020, 57 (1): 70-79 [Liu YF, Zhao WH, Yang F, Xie MQ, Chen SY. Resources and application of farm predatory insects in China based on CNKI analysis [J]. *J Appl Entom*, 2020, 57 (1): 70-79]
- 王兴民, 陈晓胜, 邱宝利, 任顺祥. 捕食性瓢虫采集与调查取样技术[J]. 应用昆虫学报, 2014, 51 (5): 1362-1366 [Wang XM, Chen XS, Qiu BL, Ren SX. Predator ladybug collection and survey sampling techniques [J]. *J Appl Entom*, 2014, 51 (5): 1362-1366]
- 孟铁男. 瓢虫雄外生殖器剥离技术及鉴定程序[J]. 甘肃农业科技, 1982 (1): 17-18 [Meng TN. Technology and identification procedure of ladybug [J]. *Gansu Agric Sci*, 1982 (1): 17-18]
- 彭其民, 夏志立. 沙棘木蠹蛾幼虫空间分布型及抽样技术[J]. 辽宁林业科技, 2004 (2): 17-19 [Peng QM, Xia ZL. Spatial distribution and sampling technique of *Holcocerus hippophaecolus* [J]. *Liaoning For Sci Technol*, 2004 (2): 17-19]
- 刘星, 闫国增, 胡德夫, 魏东臣, 李凯. 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 X, Yan GZ, Hu DF, Wei DC, Li K. Jizhong agriculture and forestry environment ladybug resources and advantages of various group dynamics [J]. *Ecol J*, 2009, 29 (10): 5463-5470]
- 植食性瓢虫防治方法[J]. 黑龙江农业科学, 2013 (8): 17 [Phytovorous ladybird control method [J]. *Heilongjiang Agric Sci*, 2013 (8): 17]
- 郑金柱, 殷红燕, 王志勇, 张富娥, 吕新民. 几种常用杀虫剂对端尖食植瓢虫幼虫和成虫的室内毒力测定[J]. 绿色科技, 2021, 23 (1): 133-135 [Zheng JZ, Yin HY, Wang ZY, Zhang FE, Lü XM. Indoor virulence determination of several terminal tip-feeding ladybird larvae and adults by several commonly used insecticides [J]. *Green Technol*, 2021, 23 (1): 133-135]
- 徐超. 部分植食性昆虫对孟寨小流域石漠化生境植被及人为干扰的响应[D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2018 [Xu C. Response of some herbivorous insects to rocky desertification vegetation and artificial disturbance in Mengzhai small watershed [D]. Guiyang: Guizhou Normal University, 2018]
- 黄芊, 凌炎, 蒋婷, 庞国群, 蒋显斌, 符诚强, 吴碧球, 黄所生, 李成, 黄凤宽, 钟勇, 龙丽萍. 草地贪夜蛾对三种寄主植物的取食选择性及其适应性研究[J]. 环境昆虫学报, 2019, 41 (6): 1141-1146 [Huang Q, Ling Y, Jiang T, Pang GQ, Jiang XB, Fu CQ, Wu BQ, Huang SS, Li C, Huang FK, Zhong Y, Long LP. Feeding preference and adaptability of *Spodoptera frugiperda* on three host plant [J]. *Environ Ent*, 2019, 41 (6): 1141-1146]
- 杨安沛, 张航, 白微微, 高海峰, 李广阔, 王锁牢. 旋幽夜蛾对寄主植物选择偏好和种群适合度[J]. 新疆农业科学, 2020, 57 (3): 528-535 [Yang AP, Zhang H, Bai WW, Gao HF, Li GK, Wang SL. *Scotogramma trifolii* Rottemberg for host plant selection preferences and population fitness [J]. *Xinjiang Agric Sci*, 2020, 57 (3): 528-535]
- 阎桂云, 蔡晓明, 陈济丁, 陈朝京. 七星瓢虫对麦长管蚜、禾谷缢管蚜捕食选择性研究[J]. 生物数学学报, 1993 (2): 48-56 [Yan GY, Cai XM, Chen JD, Chen CJ. Study on the preference of *Coccinella septempunctata* Linnaeus two species of wheat aphids [J]. *J Biom*, 1993 (2): 48-56]
- 杨昌利, 刘芳, 苏丽, 朱德远, 张长禹. 贵州玉米田昆虫群落组成及优势种群动态研究[J]. 安徽农业科学, 2019, 47 (6): 136-139+152 [Yang CL, Liu F, Su L, Zhu DY, Zhang CY. Structure of insect community composition and population dynamic of dominant species in corn fields in Guizhou [J]. *Anhui Agric Sci*, 2019, 47 (6): 136-139+152]
- 段小凤, 王晓庆, 李品武, 彭萍. 几种环境因子对昆虫适应性影响的研究进展[J]. 中国农学通报, 2015, 31 (14): 79-82 [Duan XF, Wang XQ, Li PW, Peng P. Advances in the effects of several environmental factors on insect adaptation [J]. *China Agric Bull*, 2015, 31 (14): 79-82]
- 张子龙. 典型环境因子对原始红松林昆虫群落结构及多样性的影响[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2017 [Zhang ZL. Effects of typical environmental factors on the community structure and diversity of primitive red pine forest insects [D]. Harbin: Northeastern Forestry University, 2017]
- 苏成勇. 绢蝶属(凤蝶科:绢蝶亚科)主要代表种类的高原适应性分子进化机制及其谱系演化历史[D]. 芜湖: 安徽师范大学, 2019 [Su CY. Molecular mechanism of high-altitude adaptation and phylogenetic evolution history of representative *Parnassius* species (Papilionidae: Parnassinae) [D]. Wuhu: Anhui Normal University, 2019]
- 张娟, 梁广文, 曾玲. 不同稻田生态系统中稻纵卷叶螟、稻飞虱及其天敌密度的差异[J]. 植物保护学报, 2011, 38 (1): 1-8 [Zhang J, Liang GW, Zeng L. The differential dynamics of *Cnaphalocrocis medinalis*, planthoppers and their natural enemies in two rice paddy ecosystems [J]. *J Plant Prot*, 2011, 38 (1): 1-8]