青海高原干旱地区藜麦害虫与天敌名录及5种害虫记述

李秋荣[1]， 李富刚[2]， 魏有海[1]， 朱海霞[1]， 来有鹏[1]， 侯 璐[1]， 郭青云[1*]

（1. 青海省农林科学院，青海大学省部共建三江源生态与高原农牧业国家重点实验室，
农业部西宁作物有害生物科学观测实验站，青海省农业有害生物综合治理重点实验室，西宁 810016；
2. 青海省海西蒙古族藏族自治州气象局，德令哈 817000）

摘要 为了明确青海高原干旱地区最近几年引种的藜麦 *Chenopodium quinoa* Willd. 上的害虫种类、发生规律、为害程度以及天敌资源种类，2014 年—2017 年我们对本地区藜麦田内的害虫及其天敌进行了系统的调查统计，分别将它们整理成害虫、天敌名录。截至目前，发现为害藜麦的昆虫 36 种，分属于 5 目 15 科，并未发现检疫性害虫，在藜麦田调查到天敌 21 种，分属于 2 纲 7 目 12 科，其中昆虫纲 18 种，蛛形纲 3 种。本文弄清了藜麦上的主要及次要害虫种类，研究了它们的为害特点及发生规律，明确了萹蓄齿胫叶甲 *Gastrophysa polygoni* Linnaeus、黄曲条跳甲 *Phyllotreta vittuta* Fabricius、横纹菜蝽 *Eurydema gebleri* Kolenati、菠菜潜叶蝇 *Pegomya exilis* Meigen 及宽胫夜蛾 *Melicleptria scutosa* Schiffermüller 等害虫的生物学特性与为害规律，分析了它们的可能重要来源途径。鉴于本地区高寒、高海拔、盐碱、干旱的特殊生境，结合生产实际提出了针对藜麦害虫的绿色安全防控措施。

关键词 藜麦； 干旱地区； 害虫； 天敌； 名录

中图分类号： S 43 **文献标识码：** A **DOI：** 10.16688/j.zwbh.2018166

Checklist of insect pests, their enemies and description of five species of pests in *Chenopodium quinoa* Willd. in arid area of Qinghai Plateau

LI Qiurong[1]， LI Fugang[2]， WEI Youhai[1]， ZHU Haixia[1]， LAI Youpeng[1]， HOU Lu[1]， GUO Qingyun[1]

（1. *Qinghai Academy of Agriculture and Forestry Sciences*, *Qinghai University*, *State Key Laboratory of Plateau Ecology and Agriculture*, *Scientific Observing and Experimental Station of Crop Pests in Xining*, *Ministry of Agriculture*, *Qinghai Key Laboratory of Agricultural Integrated Pest Management*, *Xining* 810016, *China*;
2. *Haixi Mongolians and Tibetan Autonomous Prefecture Meteorological Bureau in Qinghai*, *Delingha* 817000, *China*）

Abstract In order to clear and definite the species, occurrence regularity, harm degree of the pests and species resource of natural enemies of pests on *Chenopodium quinoa* Willd. which were introduced into the arid area of Qinghai plateau in recent years, we systematically investigated the pest insects and their enemies in the fields from 2014 to 2017. All species of insect pests and their enemies were compiled into a checklist. Up to now, there were 36 species of insect pests in the region belonging to 15 families in 5 orders, and quarantine pests have not yet been found. Twenty-one enemies were collected, belonging to 2 class of Arthropod, 12 families in 7 orders. Among them, there were 18 species in Insecta, and 3 species in Arachnida. The species of the main and secondary insect pests were figured out, and the occurrence regularity was investigated. Characteristics, harming pattern and the important possible sources of these main pests were analyzed. In view of the special habitat conditions of high-cold, high altitude, salinity and drought, and combined with the actual production in the region, the green and safe strategies of prevention and control for the pests of quinoa were also put forward.

Key words *Chenopodium quinoa*； arid area； insect pest； natural enemy； checklist

收稿日期： 2018－04－12 **修订日期：** 2018－04－24
基金项目： 青海省农牧厅项目(NWIPB2015169)；青海省农林科学院创新基金(2016-NKY-03)
致 谢： 感谢中国科学院动物研究所乔格侠研究员，西北农林科技大学张雅林教授，以及北京市农林科学院植物保护环境保护研究所虞国跃研究员在昆虫鉴定工作中的无私帮助。
* 通信作者 E-mail：guoqingyunqh@163.com

藜麦 *Chenopodium quinoa* Willd. 又称南美藜、藜谷、奎奴亚藜，为 1 年生藜科 Chenopodiaceae 藜属 *Chenopodium* 双子叶草本植物，原产于南美洲安第斯山脉，海拔 2 800～4 200 m，被印第安人奉为“谷物之母”，已有 5 000 多年的种植历史。因其蛋白质、矿质元素、维生素 B_1 和 E、脂质及不饱和脂肪酸的含量均较传统谷物高[1-3]，具有极高且全面的营养价值和广阔的开发应用前景，被美国航空航天局(NASA)列为宇航员长期从事太空任务的理想食物之一[4]，联合国粮农组织(FAO)亦推荐其为适宜人类食用的全营养食品[5]，并提出将 2013 年定为“国际藜麦年”。

国内外对藜麦的研究主要集中在其生物学习性[6]、生理学特性[7-11]、化学成分组成[12-17]、资源品质评价与培育[18-19]、营养价值及开发利用[20-23]等方面。目前为止，国外对于藜麦害虫的研究报道寥寥无几，Yábar 等[24]研究了秘鲁库斯特地区的藜麦在整个生长季节内所出现的害虫及其天敌的种群数量消长动态；Valoy 等[25]研究分析了阿根廷图库曼省为害藜麦的害虫与天敌的种类以及二者之间关系；国内张桂芬等[26]于 2016 年 7 月发现甜菜筒喙象 *Lixus subtilis* Boheman 在北京严重为害藜麦。而目前国内尚未有人报道过其他为害藜麦的害虫种类及害虫天敌。由于藜麦为近年从国外新引进青海省内种植的物种，为避免新物种可能带来的经济损失，2014－2017 年我们对藜麦上的害虫种类、为害特征、发生规律及主要害虫的生物学特性做了详细的调查研究，初步掌握了青海高原引种藜麦这几年害虫发生的基本规律，在调查过程中笔者还密切关注了是否有检疫性害虫出现。此外，我们对青海高原藜麦田中的天敌(包括昆虫纲和蛛形纲)种类及种群数量也进行了调查统计，确认了优势天敌的种类，期望能为应用生物防治手段、降低农药使用量及预防藜麦害虫暴发成灾提供参考依据。

1　材料与方法

1.1　调查时间与地点

2014—2017 年于青海省东部及西部地区，主要包括东部丘陵山区农业区(简称：东部农业区)的西宁、大通、互助以及西部柴达木盆地绿洲农业区(简称：柴达木盆地农业区)的乌兰、都兰、德令哈和格尔木等县(市)的多个乡(镇)、村、连队，对藜麦上的害虫种类、发生规律、为害特点及程度以及天敌种类分别进行了系统的调查统计。

1.2　调查方法

以定点调查为主，普查与踏查为辅。定点调查采用直接观察法、拍打法、扫网法、吸虫器法、诱捕法(包括灯诱、粘虫板诱及食诱)与取土调查等多种方法相结合。每县(市)设置 3 块固定样地，并选取 3～5 块临时样地，供普查及踏查。每月调查 1～2 次。调查方法主要采用五点取样法，每 667 m^2 样地选 5 个样方，苗期每样方选取 30 株共 150 株，花期、灌浆期和成熟期每样方选 10 株共 50 株，分别调查叶片、花、果实、种子、枝梢及枝干上的害虫及天敌种类、虫态、各虫态数量及受害率；扫网调查，每隔 3 行扫网 1 次，每 667 m^2 样地双向扫网共 10 次，重点捕捉善于飞翔和跳跃的害虫与天敌；取土调查时，每样方面积0.25 m^2，挖土深度(0.20±0.05) m。调查统计从株顶到地下根部的可见害虫，最终将采集到的昆虫带回室内整理，制作标本并鉴定种类[27-28]。

1.3　标本鉴定

参考《中国经济昆虫志》[29-34]《中国动物志·昆虫纲》[35-41]《中国动物志·蛛形纲》[42]《青海经济昆虫志》[43]《中国蛾类图鉴》[44]《昆虫识别图鉴》[45]等分类图书、分类文献及与国家标本平台(http://www.nzmc.org/)、西北农林科技大学昆虫博物馆馆藏标本比对完成。

2　结果与分析

2.1　害虫名录

经过连续 4 年对青海高原干旱地区藜麦害虫的调查，共记录到为害藜麦的害虫 36 种，分别隶属于 5 目 15 科，其中以鞘翅目害虫最多，有 18 种，占记录总数的 50.00%，其次为鳞翅目和半翅目，各记录到 8 种，占比均为 22.22%，双翅目和膜翅目害虫各记录到 1 种，均占比 2.78%(图 1)。青海高原干旱地区藜麦害虫名录及 7 种代表性害虫于近 4 年间在不同县市的发生程度分别见表 1、表 2。

下面就青海高原干旱地区藜麦上的几种代表性害虫的生物学特性、发生规律及为害特征等，分别详细介绍。

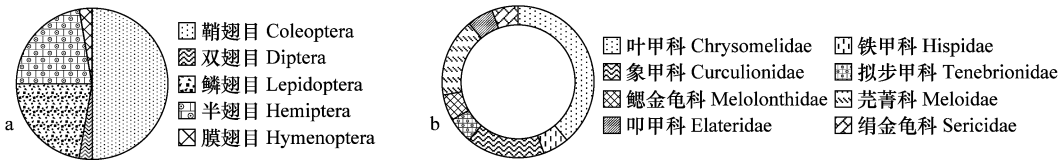

图 1　青海高原干旱地区藜麦害虫所属各目(a)及鞘翅目各科(b)所占比例饼状图

Fig. 1　Proportion of quinoa pests belonged to different orders (a) and the families of Coleoptera (b) in arid area of Qinghai plateau

2.1.1　黄条跳甲

黄条跳甲包括黄曲条跳甲 *Phyllotreta striolata*，黄直条跳甲 *P. rectilineata*，黄宽条跳甲 *P. humilis* 和黄狭条跳甲 *P. vittula*，属鞘翅目 Coleoptera 叶甲科 Chrysomelidae。在藜麦田调查时，4 种跳甲均有发生，其中以黄曲条跳甲最为常见。黄条跳甲分布十分广泛，是一类世界性害虫，几乎遍布我国各省份。黄条跳甲在青海高原一年发生 2～4 代，成虫和幼虫均造成危害，除了为害油菜 *Brassica napus*、甘蓝 *B. oleracea* 和萝卜 *Raphanus sativus* 等十字花科植物，有报道其为害藜科作物甜菜[46]，青海省引种藜麦后发现该虫大量转移到藜麦为害。

黄条跳甲以成虫在落叶、杂草及土缝中越冬，翌春气温高于 10℃越冬成虫开始取食。在青海高原柴达木盆地农业区，一般于 5 月上、中旬初见，6 月上旬藜麦植株高约 5 cm、长出 4～6 片真叶时为始盛期，6 月中旬为高峰期，而在东部农业区该虫的初见期要早一个月左右，即 4 月上中旬。黄条跳甲成虫善跳跃，喜食幼苗，取食时一般将叶片咬成许多小孔洞，也有少数留一层表皮而不穿孔，有时叶片边缘也被咬成缺刻，严重时叶肉也被吃光，仅余叶脉，最终枯死；幼虫在土壤中活动，环剥根部表皮，形成环状弯曲虫道，严重者咬断须根，阻断水分和养分的运输，造成植株地上部萎蔫枯死。随着近几年藜麦在青海高原种植面积逐年增加，多数跳甲已由本地区主栽作物油菜转移到新引种作物藜麦上取食为害。2016 年 6 月，黄条跳甲在都兰县、乌兰县部分村镇暴发成灾，导致大面积藜麦苗被害死亡，损失严重。

表 1　青海高原干旱地区藜麦害虫名录

Table 1　List of insect pests on *Chenopodium quinoa* in arid area of Qinghai plateau

害虫种类 Species of insect pests	为害部位 Damaged site	分布 Distribution
鞘翅目 Coleoptera		
叶甲科 Chrysomelidae		
1. 黄曲条跳甲 *Phyllotreta striolata* Fabricius	茎/枝/叶 Stem/twig/leaf	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
2. 黄宽条跳甲 *Phyllotreta humilis* Weise	茎/枝/叶 Stem/twig/leaf	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
3. 黄直条跳甲 *Phyllotreta rectilineata* Chen	茎/枝/叶 Stem/twig/leaf	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
4. 黄狭条跳甲 *Phyllotreta vittula* Redtenbacher	茎/枝/叶 Stem/twig/leaf	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
5. 萹蓄齿胫叶甲 *Gastrophysa polygoni* Linnaeus	茎/枝/叶 Stem/twig/leaf	海西 Haixi
6. 蓼蓝齿胫叶甲 *Gastrophysa atrocyanea* Motschulsky	茎/枝/叶 Stem/twig/leaf	海西 Haixi
7. 大猿叶甲 *Colaphellus bowringii* Baly	茎/枝/叶 Stem/twig/leaf	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
铁甲科 Hispidae		
8. 甜菜大龟甲 *Cassida nebulosa* Linnaeus	根/茎/叶 Root/stem/leaf	海西/Haixi
象甲科 Curculionidae		
9. 长角毛足象甲 *Phacephorus decipiens* Faust	根/茎/叶 Root/stem/leaf	海东/西宁 Haidong/Xining
10. 甜菜象甲 *Bothynoderes punctiventris* Germar	根/茎/叶 Root/stem/leaf	海西/Haixi
11. 油菜茎象甲 *Ceuthorrhynchus asper* Roel	根/茎/叶 Root/stem/leaf	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
拟步甲科 Tenebrionidae		
12. 网目拟地甲 *Opatrum subaratum* Faldermann	根/茎/叶 Root/stem/leaf	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
鳃金龟科 Melolonthidae		
13. 灰胸突鳃金龟 *Hoplosternus incanus* Motschulsky	根/茎/枝/叶 Root/stem/twig/leaf	海西/Haixi
绢金龟科 Sericidae		海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
14. 东方绢金龟 *Serica orientalis* Motschulsky	根/茎/枝/叶 Root/stem/twig/leaf	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
芫菁科 Meloidae		

续表 1　Table 1(Continued)

害虫种类 Species of insect pests	为害部位 Damaged site	分布 Distribution
15. 锯角豆芫菁 *Epicauta fabricii* Le Conte	叶 Leaf	海东/西宁 Haidong/Xining
16. 暗头豆芫菁 *Epicauta obscurocephala* Reitter	叶 Leaf	海东/西宁 Haidong/Xining
17. 小黑豆芫菁 *Epicauta megalocephala* Gebler	叶 Leaf	海东/西宁 Haidong/Xining
叩甲科 Elateridae		
18. 褐纹金针虫 *Melanotus caudex* Lewis	根/茎/叶 Root/stem/leaf	海东/西宁 Haidong/Xining
双翅目 Diptera		
花蝇科 Anthomyiidae		
19. 菠菜潜叶蝇 *Pegomya exilis* Meigen	叶 Leaf	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
鳞翅目 Lepidoptera		
夜蛾科 Noctuidae		
20. 宽胫夜蛾 *Melicleptria scutosa* Schiffermüller	叶/花/穗 Leaf/flower/ear	海西/Haixi
21. 甘蓝夜蛾 *Mamestra brassicae* Linnaeus	叶/花/穗 Leaf/flower/ear	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
22. 甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* Hübner	叶/花/穗 Leaf/flower/ear	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
23. 黏虫 *Mythimna separata* Walker	叶/花/穗 Leaf/flower/ear	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
24. 斜纹夜蛾 *Spodoptera litura* Fabricius	叶/花/穗 Leaf/flower/ear	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
25. 小地老虎 *Agrotis ipsilon* Rottemberg	根/茎/叶 Root/stem/leaf	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
26. 黄地老虎 *Agrotis segetum* Denis *et* Schiffermüller	根/茎/叶 Root/stem/leaf	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
卷蛾科 Tortricidae		
27. 卷蛾亚科待定种 Unidentified species of Tortricinae	叶 Leaf	海西/Haixi
半翅目 Hemiptera		
蚜总科 Aphidoidea		
28. 豌豆蚜 *Acyrthosiphon pisum* Harris	茎/枝/叶 Stem/twig/leaf	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
29. 菜缢管蚜 *Lipaphis erysimi* Kaltenbach	茎/枝/叶 Stem/twig/leaf	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
叶蝉科 Cicadellidae		
30. 大青叶蝉 *Cicadella viridis* Linnaeus	叶 Leaf	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
31. 小绿叶蝉 *Empoasca flavescens* Fabricius	叶 Leaf	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
32. 长板叶蝉 *Parocerus laurifoliae* Vilbaste	叶 Leaf	海西/Haixi
蝽科 Pentatomidae		
33. 横纹菜蝽 *Eurydema gebleri* Kolenati	芽/叶 Bud/leaf	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
34. 斑须蝽 *Dolycoris baccarum* Linnaeus	芽/叶 Bud/leaf	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
35. 牧草盲蝽 *Lygus pratensis* Linnaeus	芽/叶 Bud/leaf	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
膜翅目 Hymenoptera		
叶蜂科 Tenthredinidae		
36. 黄翅菜叶蜂 *Athalia rosae ruficornis* Jakovlev	叶/花 Leaf/flower	海西/Haixi

表 2　2014—2017 年 7 种藜麦害虫在青海省 7 个市(县/区)发生为害情况[1)]

Table 2　Occurrence of seven species of insect pests in 7 cities (counties/districts) of Qinghai Province from 2014 to 2017

地点 Site	黄曲条跳甲 *Phyllotreta striolata*				萹蓄齿胫叶甲 *Gastrophysa polygoni*				菠菜潜叶蝇 *Pegomya exilis*				横纹菜蝽 *Eurydema gebleri*				长角毛足象甲 *Phacephorus decipiens*				豌豆蚜 *Acyrthosiphon pisum*				卷叶蛾 Species of Tortricinae			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
西宁市城北区 North District of Xining	+	+	+	+ +	+	+	+	+	+	+	+ +	+ + +	+	+ +	+ + + +	+ + + +	+	+ + +	+ +	+ +	+	+	+ +	+ +	+	+	+	+
大通县 Datong County	+	+	+ +	+ +	+	+	+	+	+	+	+ +	+ + +	+	+	+ +	+ + +	+	+ + +	+ +	+ +	+	+	+ +	+ +	+	+	+	+
互助县 Huzhu County	+	+ +	+ +	+ +	+	+	+	+	+	+	+	+ +	+	+	+ + +	+ + +	+	+	+ +	+	+ +	+	+ +	+ +	+	+	+	+
都兰县 Dulan County	+	+ +	+ + + +	+ + +	+	+	+	+	+	+ +	+ + + +	+ + + +	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+ +	+ + +	+ + +	+	+	+	+

续表 2 Table 2(Continued)

地点 Site	黄曲条跳甲 *Phyllotreta striolata*				萹蓄齿胫叶甲 *Gastrophysa polygoni*				菠菜潜叶蝇 *Pegomya exilis*				横纹菜蝽 *Eurydema gebleri*				长角毛足象甲 *Phacephorus decipiens*				豌豆蚜 *Acyrthosiphon pisum*				卷叶蛾 Species of Tortricinae			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
乌兰县 Wulan County	+	+	+++	++	+	+++	+	+	+	++	+++	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++	+++	++	+	+	+	+
德令哈市 Delingha City	+	+	++	++	+	+	+	+	+	++	+++	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++	+++	+++	+	++	+++	++
格尔木市 Golmud City	+	+	+	+	+	++	+	+	+	+	+++	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++	++	+++	+	+	+	+

1) 本文害虫发生程度采用五级法，“+”、“++”、“+++”、“++++”和“+++++”分别代表轻度发生(或不发生)、中度偏轻发生、中度发生、中度偏重发生以及大发生；另“a”、“b”、“c”、“d”分别代表 2014 年、2015 年、2016 年和 2017 年。
Five level classification method is adopted in this paper, “+”, “++”, “+++”, “++++” and “+++++” means mild infestation (or no infestation), minor than moderate infestation, moderate infestation, severer than moderate infestation, and severe infestation. The letters a, b, c and d stand for the year of 2014, 2015, 2016 and 2017, respectively.

2.1.2 萹蓄齿胫叶甲 *Gastrophysa polygoni* Linnaeus

属鞘翅目 Coleoptera，叶甲科 Chrysomelidae，齿胫叶甲属 *Gastrophysa*。为蓼科杂草萹蓄 *Polygonum aviculare* 的一种重要天敌昆虫[34]，国外学者对其生物学特性和生态学习性进行了细致的观察，并研究了寄主植物糙叶酸模 *Rumex confertus* 叶片的主要挥发性化合物分别对萹蓄齿胫叶甲的引诱或驱避作用[47-49]，而国内只对该虫的发育起点温度和有效积温进行过研究[50]。该虫在柴达木盆地农业区常见，一年发生 1 代，以成虫在土中、石缝及枯枝落叶下越冬，越冬成虫于翌年 5 月上、中旬羽化出土，飞翔能力不强，只做短距离飞行后便交尾。羽化成虫首先寻食杂草——萹蓄，5 月下旬开始交尾产卵，一般将卵产在萹蓄叶片的背面，每雌每次平均产卵 40 粒左右。随后，成虫向藜麦幼苗上转移为害，咬食藜麦嫩叶、嫩茎，严重时将整株植株吃光。萹蓄齿胫叶甲幼虫共 3 龄，1 龄幼虫具群集性，2 龄分散活动，通常将一片叶子吃光后才转移到其他叶片，3 龄老熟幼虫于 7 月中旬始钻入表土中作土室化蛹，7 月底 8 月初羽化为成虫，随即钻入土中直至翌年春才出土。萹蓄齿胫叶甲成虫畏光，一般于清晨和傍晚从土缝中爬出取食，而白天阳光强烈时很少出现；有假死性，受到惊扰立即蜷缩落地，继而钻入土穴中隐藏，险情解除后再爬出取食。在调查中，我们还发现成虫不只取食藜麦和萹蓄的茎叶，还取食芥菜型油菜 *Brassica juncea* 的叶片。根据对萹蓄齿胫叶甲行为活动轨迹的观察及其生物学特性的了解，推测为害藜麦的萹蓄齿胫叶甲的主要来源为萹蓄这种杂草，次要来源则很可能为芥菜型油菜。

2015 年萹蓄齿胫叶甲在乌兰县希里沟镇东庄村和西庄村的重茬藜麦地大暴发，受害严重地块的藜麦幼苗几乎全部被食尽，种植户们被迫重新播种，造成了较重的经济损失，为当年乌兰县藜麦田的最主要害虫；而该虫在 2014 年、2016－2017 年却未对乌兰县境内的藜麦造成明显危害，为这三年的一般性害虫，且该虫在其他县市至今未对藜麦产量造成显著影响。

2.1.3 菠菜潜叶蝇 *Pegomya exilis* Meigen

属双翅目 Diptera，花蝇科 Anthomyiidae，泉蝇属 *Pegomya*。调查发现，该虫在青海省内也为害藜麦和藜科杂草藜(别名：灰菜)*Chenopodium album*。菠菜潜叶蝇在柴达木盆地农业区一年发生 2 代，以蛹在土中越冬，越冬代成虫一般于 5 月中、下旬羽化出土，6 月初开始产卵，成虫喜欢将卵产在高大植株的叶片背面，排列成行，除了藜麦，它也会选择在藜上产卵；6 月中旬藜麦植株高约 10～15 cm 时，第一代幼虫便开始在叶片内钻蛀潜道为害，7 月下旬第一代成虫产卵，9 月中、下旬第二代老熟幼虫化蛹，始营越冬生活。在东部农业区，该虫一年发生 2 代，少数发生 3 代，越冬代成虫出土时间比柴达木盆地农业区提前 20～30 d。该虫主要以第一代幼虫对藜麦造成危害，幼虫孵化后随即钻入叶肉，形成弯曲的隧道，通过表皮可看到幼虫及排泄物，其在叶片上、下表

皮之间穿食后只剩表皮，整个叶片呈半透明水泡状突起，使植株无法进行光合作用，叶子变黄而干枯，严重者导致作物减产。在本地区引种藜麦前，菠菜潜叶蝇主要为害藜、菠菜 *Spinacia oleracea* 以及甜菜 *Beta vulgaris* 等，因此，推测藜麦上的菠菜潜叶蝇是从这几种植物上转移而来的。

在青海省东部农业区，2014—2015 年菠菜潜叶蝇为藜麦上的一般性害虫，2016 年为次要害虫，2017 年上升为主要害虫之一；在柴达木盆地农业区，2014 年该虫为一般性害虫，2015 年为次要害虫，而 2016—2017 年在该地区大面积发生，成为影响藜麦生产的主要害虫。由于其幼虫钻入叶片取食，给防治带来较大难度，致使受害单株平均产量降低 10%～30%。

2.1.4　横纹菜蝽 *Eurydema gebleri* Kolenati

属半翅目 Hemiptera，蝽科 Pentatomidae，菜蝽属 *Eurydema*。其成虫和若虫主要靠刺吸植物汁液生存，尤喜刺吸嫩芽、嫩茎、嫩叶、花蕾和幼荚。它们的唾液对植物组织有破坏作用，会阻碍糖类代谢和同化作用的正常进行，被刺吸处留下黄白色至微黑色斑点。此外，横纹菜蝽还可传播软腐病。横纹菜蝽在东部农业区较普遍，一年发生 2 代，以成虫在田间石块下越冬，翌年 4 月中旬开始取食、交尾。卵双行排列在叶背，初孵若虫群集在卵壳周围，有假死性。6 月中旬各龄若虫及成虫群集为害，调查结果显示，发生高峰期每平方米田地多达几十甚至上百头害虫。引种藜麦以前，横纹菜蝽在青海高原东部农业区的寄主主要有油菜、甘蓝、萝卜、白菜 *Brassica pekinensis*、花椰菜 *B. oleracea* L. var. *botrytis* 等，引种后发现该虫也刺吸藜麦嫩叶及嫩茎的汁液，致使被害部位出现黄褐色斑点，藜麦幼苗子叶期受害轻则萎蔫，重则枯死；花期受害则不能结荚或籽粒不饱满。若不及早防治，将导致显著减产，该虫在 2014—2015 年仅为东部农业区的一般性害虫，但在 2016—2017 年却给藜麦生产带来较大的影响，致使单株减产 10%左右，是近两年东部农业区藜麦上的主要害虫之一。调查表明，藜麦上的横纹菜蝽来源于本地区的主栽油料作物油菜。

2.1.5　宽胫夜蛾 *Melicleptria scutosa* Schiffermüller

属鳞翅目 Lepidoptera，夜蛾科 Noctuidae，宽胫夜蛾属 *Melicleptria*。该虫在柴达木盆地农业区为害较重，一年发生 1 代，以蛹越冬。越冬代成虫于次年 6 月中下旬羽化出土。主要以幼虫取食藜麦叶片及穗造成危害，1 龄幼虫于 7 月中旬开始取食。3 龄前幼虫体色为淡绿色，喜群集于叶片背面，将叶片咬成孔洞，仅剩上表皮；蜕皮成为高龄幼虫后体色变化较大且多样，从黄白色到黑褐色不等，并逐渐转移分散至不同叶片和穗上取食。成虫昼伏夜出，白天隐藏于荫蔽处，休息时翅多平贴于腹背；傍晚开始活动觅食，成虫发生量多时体色较深，且趋光性强，对灯、火、糖、蜜、酒、醋有正趋性。每雌一生可产卵数百粒。7 月下旬及 8 月中旬为为害高峰期，叶片变黄后宽胫夜蛾幼虫转移至藜麦穗上取食。9 月中旬始现老熟幼虫。成虫可用诱虫灯、糖醋混合液等诱杀进行生物防治。在调查过程中发现：凡是在有藜的藜麦田中，藜周围区域的藜麦受幼虫为害比其他区域严重，形成了以藜为中心的严重受害地带。由此，我们推测藜很可能是宽胫夜蛾向藜麦转移取食的中间寄主之一，当藜被取食殆尽时，大量宽胫夜蛾幼虫便转向藜麦取食为害。

2.2　天敌种类

青海高原干旱地区藜麦田中的天敌资源比较丰富，共调查到天敌 21 种，分属于 2 纲 7 目 12 科。其中，昆虫纲 18 种，蛛形纲 3 种，种类最多的是鞘翅目 Coleoptera 瓢虫科 Coccinellidae 共 7 种，其次是双翅目 Diptera 食蚜蝇科 Syrphidae 共 3 种（表 3）。东部农业区的优势天敌有七星瓢虫 *Coccinella septempunctata*、多异瓢虫 *Hippodamia variegata* 和微小花蝽 *Orius minutus*，柴达木盆地农业区的优势天敌是十一星瓢虫 *Coccinella undecimpunctata*、丽草蛉 *Chrysopa formosa* 和异须盲蝽 *Campylomma diversicornis*。异须盲蝽是肉食性兼植食性昆虫，它的成虫和若虫在藜麦田中既能捕食蚜虫、黏虫等夜蛾科的卵和幼虫，又可刺吸藜麦的汁液，但总的来说，益大于害，是一种除害作用比较显著的捕食性天敌[51]。

3　讨论

本文乃国内对于藜麦害虫发生及天敌资源种类的首次报道。藜麦最初由西藏农牧学院和西藏农科院于 1987 年引种进行试验研究，并于 1992 年和 1993 年在西藏境内大范围小面积试种成功[6,52]。目前，在青海、山西、陕西、内蒙古、新疆、四川、浙江等地已有小规模适应性种植。藜麦性喜热带、亚热带干湿气候的高海拔地区，稍耐干旱和霜冻，较耐盐碱，对病虫害的抗性能力也较强[7-9]。

表 3 青海高原干旱地区藜麦害虫天敌名录

Table 3 Natural enemy species on *Chenopodium quinoa* in arid area of Qinghai plateau

天敌种类 Species of natural enemy	捕食或寄生对象 Target for predation or parasitism	分布 Distribution
昆虫纲 Insecta		
鞘翅目 Coleoptera		
瓢虫科 Coccinellidae		
1. 二星瓢虫 *Adalia bipunctata* (Linnaeus)	蚜虫 Aphid	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
2. 七星瓢虫 *Coccinella septempunctata* Linnaeus	蚜虫 Aphid	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
3. 异色瓢虫 *Harmonia axyridis* Pallas	蚜虫 Aphid	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
4. 横带瓢虫 *Coccinella trifasciata* Linnaeus	蚜虫 Aphid	海西 Haixi
5. 横斑瓢虫 *Coccinella transversoguttata* Faldermann	蚜虫 Aphid	海西 Haixi
6. 十一星瓢虫 *Coccinella undecimpunctata* Linnaeus	蚜虫 Aphid	海西 Haixi
7. 多异瓢虫 *Hippodamia variegata* Goeze	蚜虫 Aphid	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
步甲科 Carabidae		
8. 细胫步甲 *Agonum* sp.	多种害虫 Various pests	海西 Haixi
脉翅目 Neuroptera		
草蛉科 Chrysopidae		
9. 丽草蛉 *Chrysopa formosa* Brauer	蚜虫 Aphid	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
10. 日本通草蛉 *Chrysoperla nipponensis* (Okamoto)	蚜虫 Aphid	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
半翅目 Hemiptera		
盲蝽科 Miridae		
11. 异须盲蝽 *Campylomma diversicornis* Reuter	多种害虫 Various pests	海西 Haixi
花蝽科 Anthocoridae		
12. 微小花蝽 *Orius minutus* Linnaeus	蚜虫/木虱 Aphid/woodlice	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
双翅目 Diptera		
食蚜蝇科 Syrphidae		
13. 食蚜蝇 *Scaeva pyrastri* Linnaeus	蚜虫 Aphid	海西 Haixi
14. 凹带优食蚜蝇 *Eupeodes nitens* (Zetterstedt)	蚜虫 Aphid	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
15. 黑带食蚜蝇 *Episyrphus balteatus* (De Geer)	蚜虫 Aphid	海西/海东/西宁 Haixi/Haidong/Xining
蜻蜓目 Odonata		
蜻科 Libellulidae		
16. 黄蜻 *Pantala flavescens* Fabricius	多种害虫 Various pests	海西 Haixi
膜翅目 Hymenoptera		
姬蜂科 Ichneumonidae		
17. 耗姬蜂 *Trychosis* sp.	鳞翅目幼虫 Larvae of Lepidoptera	海西 Haixi
蚜茧蜂科 Aphidiidae		
18. 阿尔蚜茧蜂 *Aphidius ervi* Haliday	蚜虫 Aphid	海东/西宁 Haidong/Xining
蛛形纲 Arachnida		
蜘蛛目 Araneida		
蟹蛛科 Thomisidae		
19. 满蟹蛛 *Thomisus onustus* Walckenaer	多种害虫 Various pests	海西 Haixi
狼蛛科 Lycosidae		
20. 布兰狼蛛 *Lycosa blanda* Koch	多种害虫 Various pests	海西 Haixi
球蛛科 Theridiidae		
21. 胡氏肥腹蛛 *Steatoda hui* Zhu	多种害虫 Various pests	海西 Haixi

截至目前，尚未在藜麦上发现检疫性害虫。

青海省东部农业区与柴达木盆地农业区藜麦上的害虫种类、发生期及优势天敌种类存在一定差异，这可能与两个农业区的地形、海拔等有关，青海高原地形差异显著，东部农业区的主要地形为山地和丘陵，平均海拔为 2 300 m 左右，而柴达木盆地农业区海拔在 2 600～3 000 m。两区均属于高原大陆性气候。在藜麦的播种期上，东部农业区的适宜播种期为 4 月中下旬，而柴达木盆地农业区则为 5 月中下旬，比东部农业区约晚 1 个月，同一种害虫在柴达木盆地农业区发生为害起始期比东部农业区晚 20～30 d，而开始越冬的时间却比东部农业区早 10～20 d。藜麦田中主要害虫发生的种类亦有所不同，东部农业区主要害虫为黄条跳甲、横纹菜蝽、长角毛足象

甲、菠菜潜叶蝇和暗头豆芫菁，而柴达木盆地农业区则为黄条跳甲、萹蓄齿胫叶甲、菠菜潜叶蝇、宽胫夜蛾以及豌豆蚜。

藜麦害虫的种类及种群数量亦随年份、具体地理位置不同而变化。2014 年长角毛足象甲 *P. decipiens* 在东部农业区藜麦田为一般性害虫，但 2015 年该虫在西宁市城北区和大通县大量发生，取食藜麦叶片，阻碍藜麦进行正常的光合作用，造成作物减产 10%～15%，2016－2017 年长角毛足象甲却未对该地区的藜麦生产造成明显影响，而在柴达木盆地农业区尚未出现该虫为害。此外，笔者在柴达木盆地农业区德令哈市柯鲁柯镇发现卷蛾科卷蛾亚科的一种昆虫，食害藜麦叶片背面并将叶片卷起在叶内吐丝作茧化蛹，该卷叶蛾目前只在柯鲁柯镇藜麦田发现为害，而在青海省内其他县市尚未发现此种害虫。

重茬藜麦地一般比头茬地受害严重，而头茬藜麦地的害虫种类及为害程度与前茬作物种类有很大关系。前茬作物为油菜的藜麦田，苗期黄条跳甲、横纹菜蝽发生数量较多，而前茬为青稞 *Hordeum vulgare* var. *nudum* Hook. f.、小麦 *Triticum aestivum* 和玛卡 *Lepidium meyenii* 的藜麦田害虫发生较轻，常为次要及一般性害虫。

对于藜麦害虫的防治，应本着预防为主、综合防治的植物保护工作方针，根据本地区害虫的种类、生物学特性、发生规律及为害特点，对害虫的发生期进行准确的预测预报，抓住关键期开展防治；将藜麦与其他科的作物或绿肥植物如箭筈豌豆、毛苕子、苜蓿等轮作或间作，增强土壤肥力，提高藜麦对病、虫、草害的免疫耐受能力[53]；保护利用本地天敌，必要时也可引进商品化天敌，加速探索潜在的生物防治资源，促进青海省有机藜麦产业发展。

参考文献

[1] CORDEIRO L M C, REINHARDT V, BAGGIO C H, et al. Arabinan and arabinan-rich pectic polysaccharides from quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds: structure and gastroprotective activity [J]. Food Chemistry, 2012, 130(4): 937－944.

[2] LAMACCHIA C, CHILLO S, LAMPARELLI S, et al. Amaranth, quinoa and oat doughs: mechanical and rheological behaviour, polymeric protein size distribution and extractability [J]. Journal of Food Engineering, 2010, 96(1): 97－106.

[3] REPO-CARRASCO R, ESPINOZA C, JACOBSEN S E. Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañwa (*Chenopodium pallidicaule*)[J]. Food Reviews International, 2003, 19(1/2): 179－189.

[4] SCHLICK G, BUBENHEIM D L. Quinoa: an emerging new crop with potential for CELSS [R]. Washington: National Aeronautics and Space Administration, 1993.

[5] WHITE P L, ALVISTUR E, DIAZ C, et al. Nutritive values of crops, nutrient content and protein quality of quinua and cañihua, edible seed products of the Andes mountains [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1955, 3(6): 531－534.

[6] 贡布扎西，旺姆. 南美藜生物学特性及栽培技术[J]. 西藏科技，1995，70(4)：19－22.

[7] GEERTS S, RAES D, GARCIA M, et al. Agro-climatic suitability mapping for crop production in the Bolivian Altiplano: a case study for quinoa[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2006, 139: 399－412.

[8] JACOBSEN S E, MUJICA A, JENSEN C R. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors [J]. Food Reviews International, 2003, 19(1/2): 99－109.

[9] JACOBSEN S E, LIU Fulai, JENSEN C R. Does root-sourced ABA play a role for regulation of stomata under drought in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)[J]. Scientia Horticulture, 2009, 122(2): 281－287.

[10] VACHER J J. Responses of two main Andean crops, quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and papa amarga (*Solanum juzepczukii* Buk.) to drought on the Bolivian altiplano: significance of local adaptation [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 1998, 68: 99－108.

[11] CHRISTIANSEN J L, RUIZTAPIA E N, et al. Fast seed germination of quinoa (*Chenopodium quinoa*) at low temperature [C]//MEAL T, TOPI-HULMI M, PITHAN K. Alternative Crops for Sustainable Agriculture in COST 814 Workshop. Turku: [s. n.], 1999: 220－225.

[12] GARCIA M, RAES D, JACOBSEN S E. Evapotranspiration analysis and irrigation requirements of quinoa (*Chenopodium quinoa*) in the Bolivian highlands [J]. Agricultural Water Management, 2003, 60(2): 119－134.

[13] JACOBSEN S E, MONTEROS C, CHRISTIANSEN J L, et al. Plant responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to frost at various phenological stages [J]. European Journal of Agronomy, 2005, 22(2): 131－139.

[14] GEERTS S, RAES D, GARCIA M, et al. Crop water use indicators to quantify the flexible phenology of quinoa(*Chenopodium quinoa* Willd.) in response to drought stress [J]. Field Crops Research, 2008, 108(2): 150－156.

[15] ADOLF V I, JACOBSEN S E, SHABALA S. Salt tolerance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)[J]. Environmental and Experimental Botany, 2012, 92: 43－54.

[16] ALAVAREZ J L, WIJINGAARD H, ARENDT E K, et al. Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking [J]. Food Chemistry, 2010, 119(2): 770－778.

[17] HIROSE Y, FUJITA T, ISHILL T, et al. Antioxidative properties and flavonoid composition of *Chenopodium quinoa* seeds cultivated in Japan [J]. Food Chemistry, 2010, 119(4): 1300 - 1306.

[18] 周海涛,刘浩,么杨,等. 藜麦在张家口地区试种的表现与评价[J]. 植物遗传资源学报,2014,15(1):222 - 227.

[19] 张体付,戚维聪,顾闽峰,等. 藜麦 EST-SSR 的开发及通用性分析[J]. 作物学报,2016,42(4):492 - 500.

[20] 胡伟莲,陈雪君,段智勇,等. 皂甙对畜禽的营养作用[J]. 中国畜牧杂志,2005,41(3):35 - 36.

[21] COMAI S, BERTAZZO A, BAILONI L, et al. The content of protein and nonprotein (free and protein-bound) tryptophan in quinoa and cereal flours [J]. Food Chemistry, 2007, 100(40): 1350 - 1355.

[22] ALVEREZ-JUBETE L, AMEDT E K, GELLAGHER E. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients [J]. Trends Food Science and Technology, 2010, 21: 106 - 113.

[23] 陈毓荃,高爱丽,贡布扎西. 南美藜种子蛋白质研究[J]. 西北农业学报,1996,5(3):43 - 48.

[24] YÁBAR E, GIANOLI E, ECHEGARAY E R. Insect pests and natural enemies in two varieties of quinua (*Chenopodium quinoa*) at Cusco, Peru [J]. Journal of Applied Entomology, 2002, 126(6): 275 - 280.

[25] VALOY M, REGUILÓN C, PODAZZA G. The potential of using natural enemies and chemical compounds in quinoa for biological control of insect pests [M]// MURPHY K, MATANGUIHAN J. Quinoa: improvement and sustainable production, 2015: 63 - 86.

[26] 张桂芬,张金良,万方浩,等. 甜菜筒喙象 *Lixus subtilis* Boheman 在藜麦上大暴发[J]. 植物保护,2017,43(2):202 - 207.

[27] 杨秀文,陈国顺. 竹蚜空间格局及其抽样技术初步研究[J]. 福建林学院学报,2000,20(2):172 - 174.

[28] 陈志云,唐国涛,关健超,等. 同安钮夜蛾幼虫空间分布及其防治药剂研究[J]. 广东林业科技,2007,23(2):46 - 49.

[29] 范滋德. 中国经济昆虫志第三十七册双翅目花蝇科[M]. 北京:科学出版社,1988.

[30] 章士美. 中国经济昆虫志第三十一册半翅目(一)[M]. 北京:科学出版社,1984.

[31] 章士美. 中国经济昆虫志第五十册半翅目(二)[M]. 北京:科学出版社,1995.

[32] 赵养昌,陈元清. 中国经济昆虫志第二十册鞘翅目象虫科(一)[M]. 北京:科学出版社,1984.

[33] 谭娟杰,虞佩玉,李鸿兴. 中国经济昆虫志第十八册鞘翅目叶甲总科(一)[M]. 北京:科学出版社,1984.

[34] 虞佩玉,王书永,杨星科. 中国经济昆虫志第五十四册鞘翅目叶甲总科(二)[M]. 北京:科学出版社,1996.

[35] 黄春梅,成新跃. 中国动物志昆虫纲第 50 卷双翅目食蚜蝇科[M]. 北京:科学出版社,2012.

[36] 任国栋. 中国动物志昆虫纲第 63 卷鞘翅目拟步甲科(一)[M]. 北京:科学出版社,2016.

[37] 陈世骧. 中国动物志昆虫纲第二卷鞘翅目铁甲科[M]. 北京:科学出版社,1986.

[38] 陈一心. 中国动物志昆虫纲第十六卷鳞翅目夜蛾科[M]. 北京:科学出版社,1999.

[39] 何俊华,陈学新,马云,等. 中国动物志昆虫纲第十八卷膜翅目茧蜂科(一)[M]. 北京:科学出版社,2000.

[40] 刘友樵,李广武. 中国动物志昆虫纲第二十七卷鳞翅目卷蛾科[M]. 北京:科学出版社,2002.

[41] 杨星科,杨集昆,李文柱. 中国动物志昆虫纲第三十九卷脉翅目草蛉科[M]. 北京:科学出版社,2005.

[42] 朱明生. 中国动物志蛛形纲蜘蛛目球蛛科[M]. 北京:科学出版社,1998.

[43] 蔡振声,史先鹏,徐培河. 青海经济昆虫志[M]. 西宁:青海人民出版社,1994.

[44] 朱弘复. 中国蛾类图鉴[M]. 北京:科学出版社,1981.

[45] 韩永植. 昆虫识别图鉴[M]. 郑州:河南科学技术出版社,2017.

[46] 刘长兵. 我国甜菜害虫防治研究进展及前景[J]. 中国糖料,2010(2):71 - 74.

[47] PIESIK D, WENDA-PIESIK A, KOTWICA K, et al. *Gastrophysa polygoni* herbivory on *Rumex confertus*: single leaf VOC induction and dose dependent herbivore attraction/repellence to individual compounds [J]. Journal of Plant Physiology, 2011, 168(17): 2134 - 2138.

[48] SOTHERTON, N W. Observations on the biology and ecology of the chrysomelid beetle *Gastrophysa polygoni* in cereals [J]. Ecological Entomology, 1982, 7(2): 197 - 206.

[49] CHABOO C S, FLOWERS R W. Beetles (Coleoptera) of Peru: A survey of the families. Chrysomelidae: Eumolpinae Hope, 1840 [J]. Journal of the Kansas Entomological Society, 2015, 88(3): 375 - 379.

[50] 席景会,潘洪玉,陈玉江. 萹蓄齿胫叶甲发育起点温度和有效积温[J]. 昆虫知识,2000,37(5):283 - 284.

[51] 刘万学,万方浩,张帆,等. 棉田优势天敌异须盲蝽的研究[J]. 中国生物防治学报,2000,16(4):148 - 151.

[52] 张崇玺,贡布扎西,旺姆. 南美藜苗期低温冻害试验研究[J]. 西藏农业科技,1994,16(4):49 - 54.

[53] LOPRESTI E F. Chenopod salt bladders deter insect herbivores [J]. Oecologia, 2014, 174(3): 921 - 930.

(责任编辑:杨明丽)