

# 山西省黄芪籽蜂的危害及田间发生规律

师文丽<sup>1</sup>, 康 婕<sup>1</sup>, 郝佳伟<sup>1</sup>, 牛颜冰<sup>2</sup>, 张仙红<sup>1</sup>

(1. 山西农业大学 植物保护学院, 山西 太谷 030801; 2. 山西农业大学 生命科学学院, 山西 太谷 030801)

**摘要:** 黄芪籽蜂是一类为害黄芪(*Astragalus*)种子的主要害虫, 对黄芪种子的产量和品质造成了严重的影响。为明确黄芪籽蜂在山西省黄芪不同种植区的发生危害特点及发生规律, 为该虫的预测预报以及制定有效防控措施具有重要指导意义, 试验于2021年和2022年在山西省不同地区对黄芪籽蜂的发生种类、危害情况及田间发生规律进行了研究。结果表明, 山西省发生的黄芪籽蜂包括黄芪种子小蜂(*Bruchophagus huonchili*)、内蒙黄芪籽蜂(*B. mongolicus*)、圆腹黄芪籽蜂(*B. ciriventrius*)、北京黄芪籽蜂(*B. beijingensis*)、拟京黄芪籽蜂(*B. pseudobeijingensis*)及黄芪种子金小蜂(*Habrocytus huonchei*)共6种, 但不同种植区发生的优势种存在一定的差异, 太谷区和浑源县的优势种为黄芪种子小蜂, 五寨县的优势种为黄芪种子金小蜂; 且不同种植区黄芪种荚和种子的被害率不同, 其中浑源县的种荚和种子的被害率最高, 分别为65.93%和41.36%。此外, 田间调查结果发现, 黄芪不同种植区黄芪籽蜂发生期存在一定差异, 晋中太谷区黄芪籽蜂发生期较五寨县和浑源县早, 表明随纬度增加, 危害时间向后推迟, 山西省黄芪籽蜂从5月中下旬开始发生可持续到8月上中旬, 但不同地区发生高峰期不同。

**关键词:** 黄芪籽蜂; 黄芪; 优势种; 田间发生规律; 山西省

**中图分类号:** S435.672 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2481(2024)03-0123-06

## Damage and Field Occurrence Rule of *Bruchophagus* in Shanxi Province

SHI Wenli<sup>1</sup>, KANG Jie<sup>1</sup>, HAO Jiawei<sup>1</sup>, NIU Yanbing<sup>2</sup>, ZHANG Xianhong<sup>1</sup>

(1. College of Plant Protection, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China;

2. College of Life Sciences, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China)

**Abstract:** *Bruchophagus* is a serious pest that damages the seeds of *Astragalus*, causing significant negative effects on the yield and quality of *Astragalus* seeds. In order to clarify the characteristics and mechanism by which *Bruchophagus* damages in different planting areas of Shanxi province, in this study, the species, damage situation, and field occurrence rule of *Bruchophagus* in different regions of Shanxi province from 2021 to 2022 were studied. The results suggested that the *Bruchophagus* species in Shanxi province included six species: *B. huonchili*, *B. mongolicus*, *B. ciriventrius*, *B. beijingensis*, *B. pseudobeijingensis*, and *Habrocytus huonchei*. However, the dominant species differed in different planting areas. *B. huonchili* was dominant in Taigu district and Hunyuan county, while *H. huonchei* was dominant in Wuzhai county. Moreover, the infestation rates of pods and seeds of *Astragalus* varied among different planting areas, with Hunyuan county showing the highest rates of 65.93% and 41.36%, respectively. Additionally, field investigation found that there were differences in the occurrence period of *Bruchophagus* among different planting areas. The occurrence period in Taigu district, Jinzhong city, was earlier than in Wuzhai county and Hunyuan county, indicating a delayed occurrence as latitude increases. In Shanxi province, the *Bruchophagus* occurred from mid-May or late-May to early-August or mid-August, with variations in the peak occurrence period among different regions.

**Key words:** *Bruchophagus*; *Astragalus*; dominant species; field occurrence rule; Shanxi

黄芪(*Astragalus*)为多年生豆科草本植物, 也被称为绵芪、绵黄芪<sup>[1-3]</sup>, 常以其根干燥切片入药<sup>[4-5]</sup>。黄芪不仅是我国重要的医疗保健中药<sup>[6-7]</sup>, 而且在保健食品、药膳、畜禽养殖业中也得到广泛应用<sup>[8]</sup>。目

前, 由黄芪加工生产的中药产品达200余种<sup>[9-10]</sup>。近年来, 随着黄芪药用价值不断开发, 黄芪需求量日益增长, 种植规模不断扩大<sup>[11]</sup>, 但由于黄芪栽培技术和品种单一等问题导致的病虫害逐年加重。

收稿日期: 2023-07-31

基金项目: 国家中药材产业技术体系(CARS-21); 山西省现代农业产业技术体系建设(中药材)(2022-05); 山西农业大学“特”“优”农业高质量发展科技支撑工程(TYGC-45); 山西农业大学地方合作项目(XDHZGQY2202-01)

作者简介: 师文丽(1993-), 女, 山西阳高人, 在读硕士, 研究方向: 昆虫生态与生理生化。

通信作者: 张仙红(1966-), 女, 山西平遥人, 教授, 博士, 主要从事害虫生物防治研究工作。

黄芪籽蜂是膜翅目(Hymenoptera)广肩小蜂科(Eurytomidae)种子广肩小蜂属(*Bruchophagus*)5种和金小蜂科(Pteromalidae *Habrocytus*)属1种的混合群体<sup>[12]</sup>,是一类为害黄芪种子的重要害虫。当田间黄芪结荚后7 d左右,黄芪籽蜂成虫便将卵产于豆荚内种皮下,卵孵化后幼虫开始在种子内蛀食为害,直至化蛹。常年黄芪种子的被害率为30%以上,发生严重时种子被害率高达50%以上<sup>[13]</sup>。由于黄芪籽蜂成虫产卵和幼虫为害都极为隐蔽,加之黄芪种植面积大,且多数种植于偏远山区<sup>[14]</sup>,因此该虫的发生为害多年来一直被疏忽,导致近年来黄芪籽蜂的发生逐年加重。黄芪为山西三大道地药材之一<sup>[15]</sup>,近年来山西省野生和仿野生种植面积达3.3万hm<sup>2</sup>,但由于黄芪籽蜂的严重为害,对黄芪种子的产量和品质构成了严重威胁<sup>[16]</sup>。而目前有关黄芪籽蜂的研究报道极少,仅见樊瑛等<sup>[12]</sup>对黄芪籽蜂不同种类成虫的形态特征进行扫描电镜观察,而有关黄芪籽蜂生物学特性尚未报道。

山西农业大学植物保护学院张仙红课题组从2021年5月开始,开展了山西省黄芪不同种植区黄芪籽蜂的危害及发生规律的研究,旨在为预防和防治黄芪籽蜂提供理论依据和技术指导。

## 1 材料和方法

### 1.1 调查地概况

调查地位于山西省晋中市太谷区武家堡村、忻州市五寨县胡会乡大胡会村、大同市浑源县王庄堡镇小寺村(表1)。太谷区属暖温带大陆性季风气候,年平均气温一般介于5~9.9℃,年降雨量462.9 mm;五寨县属北温带大陆性季风气候,年平均气温4.3℃,年平均降水量约500 mm;浑源县属温带干旱半干旱大陆性季风气候,年平均气温6.2℃,年平均降雨量约400 mm。武家堡村和大胡会村平地种植,小寺村坡地种植,调查黄芪地不施任何药剂。

表1 黄芪害虫种类调查地详情  
Tab.1 Details of pest species survey site of *Astragalus*

编号 Number	调查地点 Survey site	经纬度 Longitude and latitude	海拔/m Altitude	黄芪种植年限 Planting years of <i>Astragalus</i>
1	太谷区武家堡村	37.438 739°N, 112.502 700°E	772.5	3年生 Three-year-old
2	浑源县小寺村	39.44 1905°N, 113.867 102°E	1 328.9	3年生 Three-year-old
3	五寨县大胡会村	38.980 793°N, 111.805 981°E	1 349.7	3年生 Three-year-old

### 1.2 山西各地黄芪籽蜂发生种类调查

2021、2022年每年5—8月进行调查,每10 d调查一次。成虫采用“扫网”法网捕,每块地按照5点取样法取5个小区,每小区20 m<sup>2</sup>,随机扫网5次,收集成虫带回实验室,按照樊瑛等<sup>[12]</sup>描述的成虫形态特征在体视显微镜(LEICAM/165C/MC120HD)下观察、鉴定,并用显微成像系统(Leica Application Suite4.4.0)拍照。

### 1.3 黄芪籽蜂幼虫危害特点及种子、种荚被害率调查

调查于2021、2022年每年5—8月进行,采用5点取样法,每点随机选择5株黄芪,每株黄芪按照上、中、下层随机采集50个豆荚,将采集的豆荚进行标记,带回室内统计种荚和种子被害率。每10 d调查一次。

### 1.4 山西各地黄芪籽蜂混合群体发生规律调查

调查于2021、2022年每年5—8月进行,田间网捕调查黄芪籽蜂成虫消长情况,每隔5 d进行一次,

每次随机100复网。直至收种。统计黄芪籽蜂的发生种类、数量,记录成虫发生时期。

### 1.5 数据分析

试验数据采用Microsoft Excel 2013进行处理和分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 黄芪籽蜂发生种类及优势种

2021、2022年山西省黄芪籽蜂发生种类及优势种调查结果如图1、表2所示,3地发生的黄芪籽蜂包括内蒙黄芪籽蜂(*Bruchophagus mongolicus*)、黄芪种子小蜂(*B. huonchili*)、圆腹黄芪籽蜂(*B. ciriventrious*)、北京黄芪籽蜂(*B. beijingensis*)、拟京黄芪籽蜂(*B. pseudobeijingensis*)和黄芪种子金小蜂(*Habrocytus huonchei*)6种,但不同地区发生的种类存在一定的差异。山西中部的太谷区和晋西北的五寨县发生的黄芪籽蜂共6种,其中,黄芪种子小蜂为太谷区的优势种,2021、2022年分别占黄芪

籽蜂调查总数的45.78%、41.59%;黄芪种子金小蜂为五寨县的优势种,2021、2022年分别占调查总数的41.20%、45.01%。晋北部的浑源县2021年发现黄芪籽蜂4种,未发现北京黄芪籽蜂和拟京黄芪

籽蜂的发生;2022年共发生6种,其中黄芪种子小蜂为浑源县的优势种,2021、2022年分别占调查总数的43.90%、35.38%。



A. 内蒙黄芪籽蜂; B. 黄芪种子小蜂; C. 拟京黄芪籽蜂; D. 北京黄芪籽蜂; E. 圆腹黄芪籽蜂; F. 黄芪种子金小蜂  
A. *B. mongolicus*; B. *B. huonchili*; C. *B. pseudobeijingensis*; D. *B. beijingensis*; E. *B. ciriventrios*; F. *H. huonchei*

图1 山西省发生的黄芪籽蜂种类  
Fig.1 Species of *Bruchophagus* in Shanxi province

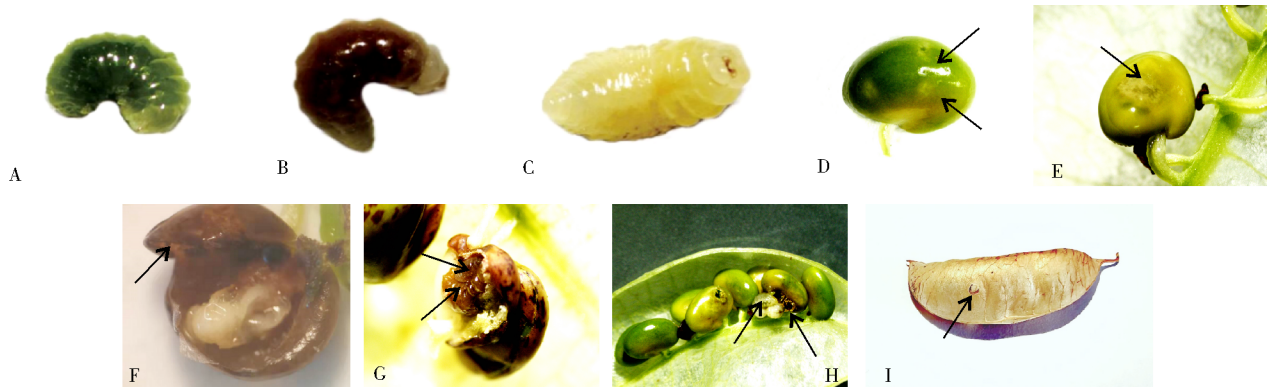
表2 黄芪籽蜂不同种类在山西省各地的发生情况  
Tab.2 Occurrence of different species of *Bruchophagus* in various parts of Shanxi province

调查年份 Survey year	调查地点 Investigation location	籽蜂占比/% Proportion of <i>Bruchophagus</i> species					
		黄芪种子小蜂 <i>B. huonchili</i>	内蒙黄芪籽蜂 <i>B. mongolicus</i>	圆腹黄芪籽蜂 <i>B. ciriventrios</i>	黄芪种子金小蜂 <i>H. huonchei</i>	北京黄芪籽蜂 <i>B. beijingensis</i>	拟京黄芪籽蜂 <i>B. pseudobeijingensis</i>
2021	太谷区	45.78	34.83	5.92	11.31	1.62	0.54
	浑源县	43.90	36.59	7.32	12.20	0.00	0.00
	五寨县	22.80	19.60	2.00	41.20	12.40	2.00
2022	太谷区	41.59	32.14	7.80	15.11	2.05	1.31
	浑源县	35.38	27.16	6.15	17.01	0.74	13.56
	五寨县	25.20	13.05	1.35	45.01	11.32	4.07

## 2.2 黄芪籽蜂幼虫的危害特点

黄芪籽蜂幼虫孵化后开始取食种子,初龄幼虫为绿色,后虫体颜色由绿色变为褐色,老龄幼虫为白色(图2-A、B、C)。正常的黄芪种子颗粒饱满呈绿色,危害后的种子初期与健康种子无差异,随幼虫取食量增加,被害种子呈凹陷状或种皮呈条纹缺刻状,体视镜下隐约可见虫体(图2-D、E),部分被害种子种皮由绿色变为棕褐色;随幼虫取食,种子

逐渐被食空,最后仅剩种皮(图2-F)。多数1头幼虫仅为害1粒种子,极少数(1/4 000)1粒种子中有2头幼虫为害(图2-G)。每个种荚内一般仅有1头幼虫,当虫口密度大时每个种荚内有2~4头幼虫(图2-H),最多每种荚达6头幼虫。幼虫老熟后于被害种子中进行化蛹,少数老龄幼虫爬出种子在种荚内化蛹,羽化前将荚皮咬破留一0.8~1.0 mm大的羽化孔(图2-I)。



A. 低龄幼虫; B. 中龄幼虫; C. 老熟幼虫; D、E. 被害初期种子; F. 被害后期种子; G. 2头幼虫危害1粒种子; H. 1个种荚中2头幼虫; I. 羽化孔  
A. Early larva; B. Medium larva; C. Mature larva; D、E. Incipient seed; F. Late seed; G. Two larvae spoil a seed; H. Two larvae in one pod; I. Emergence pore

图2 黄芪籽蜂幼虫的变化和黄芪种子、种荚被害状  
Fig.2 Changes of *Bruchophagus* larvae and damage of *Astragalus* seeds and seed pods

2.3 黄芪种荚、种子的被害率

2021、2022年山西省黄芪不同种植区种荚及种子被害率如表3所示,2021年山西中部太谷区5月中下旬发现种荚、种子被害,但受害率较低,仅为4.16%和1.22%;随温度升高和种荚增多,危害加重,6月中旬种荚中幼虫的数量增加,种荚被害率和种子被害率分别达62.52%和35.67%,此时为种荚、种子被害的高峰期;后期受种子成熟的影响,被害率逐渐降低。晋西北五寨县种荚、种子被害发生初期为6月中旬,种荚、种子被害率为25.00%和

11.54%,发生高峰期在7月初,种荚被害率达到35.71%,种子被害率达到28.50%;晋北部浑源县黄芪种荚、种子被害初期为6月中旬,种荚、种子被害率分别为6.68%和2.12%,发生高峰期在7月初,种荚被害率达到65.93%,种子被害率达到41.36%。太谷区和浑源县黄芪种荚被害率均高于60%,种子被害率均高于35%;与其他2个县相比,五寨县黄芪种荚和种子被害率均较低。2022年黄芪种荚、种子被害发生时期与2021年基本相同。

表3 山西省3地黄芪种荚和种子的被害率  
Tab.3 Injury rates of *Astragalus* seed pods and seeds in 3 areas in Shanxi province

调查日期/ (年-月-日) Survey date	种荚被害率 Seed pod damage rate			种子被害率 Seed damage rate		
	太谷区 Taigu district	五寨县 Wuzhai county	浑源县 Hunyuan county	太谷区 Taigu district	五寨县 Wuzhai county	浑源县 Hunyuan county
2021-05-22	4.16±0.25a	0.00b	0.00b	1.22±0.21a	0.00b	0.00b
2021-06-01	20.17±0.21a	0.00b	0.00b	14.13±1.20a	0.00b	0.00b
2021-06-11	62.52±1.14a	25.00±1.00b	6.68±1.55c	35.67±0.33a	11.54±0.52b	2.12±0.52c
2021-06-21	45.54±2.57a	30.20±0.85b	15.50±0.50c	29.13±2.83a	18.58±0.65b	7.67±0.33c
2021-07-01	24.42±1.10c	35.71±0.83b	65.93±0.49a	11.00±0.50c	28.50±0.50b	41.36±0.47a
2021-07-11		31.71±1.22b	60.50±0.50a		26.14±0.35b	35.72±0.49a
2021-07-21		20.43±0.87b	34.50±0.25a		13.32±0.32b	20.35±0.50a
2021-07-31		8.35±0.28b	10.40±0.88a		3.81±0.57b	6.15±0.26a
2022-05-27	8.03±1.11a	0.00b	0.00b	5.41±0.53a	0.00b	0.00b
2022-06-06	24.12±2.74a	0.00b	0.00b	20.30±0.06a	0.00b	0.00b
2022-06-16	58.35±5.33a	18.21±0.79b	8.11±0.54c	41.36±1.50a	9.50±0.45b	1.17±0.56c
2022-06-26	36.37±3.64a	27.10±1.38b	20.20±0.78c	31.02±1.11a	15.37±0.35b	11.63±0.64c
2022-07-05	20.01±1.88c	41.03±2.02b	59.05±0.69a	25.30±1.18c	32.11±1.13b	35.20±0.37a
2022-07-15		36.50±2.55b	53.41±2.62a		28.03±1.00b	31.05±0.09a
2022-07-25		16.33±1.12b	37.24±0.12a		14.21±0.13b	21.35±1.29a
2022-08-04		10.15±3.29b	16.01±0.20a		1.03±0.08b	8.22±0.11a

注:表中数据为平均值±标准误;不同小写字母表示不同县区之间在0.05水平差异显著。

Note: The data in the table were mean ± SE; Different lowercase letters indicated significant differences at the 0.05 level between different counties or districts.

### 2.4 黄芪籽蜂成虫混合群体的田间消长动态

由图3可知,2021、2022年太谷区5月下旬田间开始出现越冬代的黄芪籽蜂成虫,但种群数量很低,6月初达到高峰,随后种群数量逐渐下降;6月上旬出现黄芪籽蜂成虫的第1代成虫,6月中旬达到高峰,种群数量达到17.67头/网,随后数量逐渐减少,7月上旬成虫活动期结束,每年成虫在田间出现2个活动高峰。五寨县2021、2022年6月上旬开始出现越冬代成虫,6月中旬达到高峰;6月下旬出现黄芪籽蜂的第1代成虫,7月初第1代成虫达到高峰期,种群数量达12.67头/网;7月上旬出现第2代成虫,7月中旬达到高峰,种群数量达到12.0头/网,至

7月底结束,每年黄芪籽蜂成虫在田间出现3个活动高峰。浑源县2021年6月上旬开始出现越冬代成虫,6月中旬达到高峰期,6月下旬出现黄芪籽蜂第1代成虫,7月上旬第1代成虫达到高峰期,种群数量达到10.67头/网,7月中旬开始出现第2代成虫,7月21日达到高峰,种群数量9.67头/网,由于2022年6月上旬气温与2021年同期相比较,越冬代成虫出现稍早,因此,每代成虫的活动高峰较2021年早。综上,黄芪籽蜂在山西省黄芪地里一年发生2~3代,成虫发生高峰期与黄芪结荚成熟期相关,发生的世代数与黄芪结荚期有关,且危害时间随纬度的升高而向后延迟。

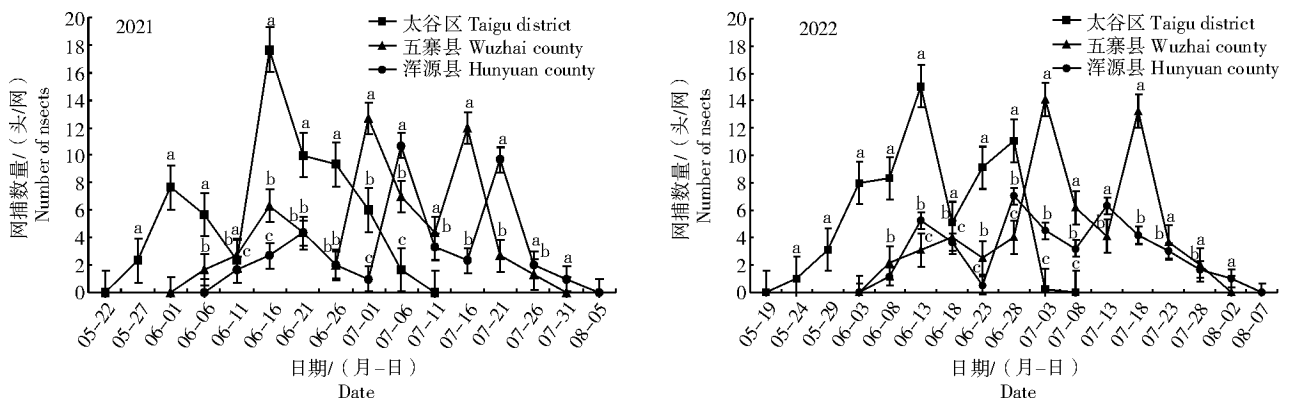


图3 山西省3地区黄芪籽蜂成虫发生动态  
Fig.3 The occurrence dynamics of *Bruchophagus* adults in 3 areas of Shanxi province

## 3 结论与讨论

本研究连续2 a的田间调查结果表明,五寨县黄芪种荚和种子的被害率明显低于太谷、浑源2地。据报道,隐金小蜂(*Pteromalus sequester*)为广肩小蜂科、金小蜂科、螟蛾科、瘿蚊科等的寄生蜂<sup>[17]</sup>。本研究调查发现,五寨县黄芪田中存在大量的隐金小蜂,这可能是由于隐金小蜂的寄生一定程度上抑制了黄芪籽蜂的危害,因此,进一步开展隐金小蜂的生物学特性研究及隐金小蜂对黄芪籽蜂的抑制效果试验,将对黄芪籽蜂的生物防治具有重要意义。

本研究调查发现,绝大多数黄芪种子被害时每粒种子内仅有1头黄芪籽蜂幼虫,这与苜蓿籽蜂(*B. roddi*)、柠条鞘蛾(*Coleophora adelpha*)、紫穗槐豆象(*Acanthoscelides pallidipennis*)、柠条豆象(*Setora postornata*)等豆科种实害虫均为1粒种子内1头幼虫危害<sup>[18-23]</sup>的报道相一致。此外,据KAMM等<sup>[24]</sup>报道,苜蓿籽蜂在苜蓿种荚上危害时,种荚上存在的伤口起到警告其他雌蜂不在此种荚上产卵的作用,但在黄芪种荚上并未发现产卵所致伤口。黄芪籽蜂产卵时是如何回避已产卵种子,是否与寄主气味

挥发物、产卵器结构等存在联系还需进一步研究。

本研究对山西省太谷区、五寨县、浑源县3地的黄芪籽蜂发生及危害情况进行了调查,明确了供试3地发生的黄芪籽蜂共6种,在中部太谷区黄芪籽蜂一年发生1~2代,越冬代成虫5月下旬出现,6月初为发生高峰,6月下旬种子成熟,大量第2代成虫从田间或已收获的种子羽化。而在北部的浑源县和晋西北部的五寨县是冷凉区,虽然越冬代成虫出现时间较晚,但与太谷区相比,黄芪籽蜂发生世代数多、为害时间长,这可能与冷凉区黄芪开花、结荚时间长有关,而太谷区黄芪开花、结荚时间集中,结荚期短导致危害集中。因此,黄芪籽蜂的预测预报与防治研究还需根据越冬代黄芪籽蜂成虫发生期及黄芪开花结荚时间进行判断。

### 参考文献:

[1] 孙琴,冯玉兰,邢学农. 2型糖尿病合并骨质疏松症的相关因素分析[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2013, 6(1): 34-36.  
SUN Q, FENG Y L, XING X N. Analysis of related factors of osteoporosis in type 2 diabetes[J]. Chinese Journal of Osteoporosis and Bone Mineral Research, 2013, 6(1): 34-36.  
[2] 季荣进. 黄芪的生物学特征、功效及现代制剂的研究进展[J]. 临床合理用药杂志, 2012, 5(25): 176-177.

- JI R J. Research progress on biological characteristics, efficacy and modern preparations of *Astragalus membranaceus*[J]. Chinese Journal of Clinical Rational Drug Use, 2012, 5(25): 176-177.
- [3] 张训. 中草药黄芪栽培技术[J]. 南方农业, 2017, 11(2): 9-10.  
ZHANG X. Cultivation techniques of *Astragalus membranaceus* [J]. South China Agriculture, 2017, 11(2): 9-10.
- [4] 孟祥善, 王玉梅, 代晓华, 等. 黄芪 ISSR 标记遗传多样性及其与主要药用成分的关联分析[J]. 中国药理学杂志, 2019, 54(24): 2060-2070.  
MENG X S, ZHOU Y M, DAI X H, et al. Genetic diversity and association analysis between medicinal components and ISSR markers in astragali *Radix*[J]. Chinese Pharmaceutical Journal, 2019, 54(24): 2060-2070.
- [5] 胡瑜辉, 杨振宇, 宋诗娟, 等. 不同光质对黄芪抗氧化酶活性及产量和品质的影响[J]. 山西农业科学, 2021, 49(10): 1173-1178.  
HU Y H, YANG Z Y, SONG S J, et al. Effects of different light quality on antioxidant enzyme activity, yield and quality of *Astragalus membranaceus* var. *mongholicus*[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2021, 49(10): 1173-1178.
- [6] 吴云波, 张晓, 门操. 黄芪在临床应用中的研究进展[J]. 世界最新医学信息文摘, 2016, 16(32): 216, 219.  
WU Y B, ZHANG Y, MEN C. Research progress of *Astragalus membranaceus* in clinical application[J]. World Latest Medicine Information, 2016, 16(32): 216, 219.
- [7] 林红强, 杨娜, 王涵, 等. 黄芪的化学成分、药理活性及临床应用研究进展[J]. 世界最新医学信息文摘, 2018, 18(38): 45-47, 49.  
LIN H Q, YANG N, WANG H, et al. Research progress on chemical constituents, pharmacological activity and clinical application of astragali *Radix*[J]. World Latest Medicine Information, 2018, 18(38): 45-47, 49.
- [8] 吴秋玉, 郑远鹏, 林志谦, 等. 黄芪多糖作为饲料添加剂及免疫增强剂在畜牧生产中的应用[J]. 中国饲料, 2018(2): 30-33.  
WU Q Y, ZHENG Y P, LIN Z Q, et al. The application of *Astragalus* polysaccharides as feed additive and immunopotentiator in animal production[J]. China Feed, 2018(2): 30-33.
- [9] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(2020版)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.  
National Pharmacopoeia Committee. Pharmacopoeia of the People's Republic of China (2020 edition) [M]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2020.
- [10] 范颖, 乔铁, 滕飞. 黄芪功效主治的衍化及其应用与发展[J]. 中华中医药杂志, 2010, 25(8): 1164-1167.  
FAN Y, QIAO T, TENG F. The evolvement of the action and the application of *Astragalus* and its development[J]. China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy, 2010, 25(8): 1164-1167.
- [11] 钱丹, 黄璐琦, 崔光红, 等. 不同产地蒙古黄芪遗传关系的 SRAP 分析[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(4): 382-385.  
QIAN D, HUANG L Q, CUI G H, et al. Study on genetic relationship of *Astragalus membranaceus* var *mongholicus* in different producing area using SRAP[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2009, 34(4): 382-385.
- [12] 樊瑛, 廖定熹. 为害黄芪种子的广肩种子小蜂属四新种(膜翅目: 广肩小蜂科)[J]. 昆虫分类学报, 1991, 13(4): 285-293.  
FAN Y, LIAO D X. Four new species of the seed chalcids of genus *Bruchophagus* admead(Hymenoptera: Eurytomidae) injurious to Huangchi (*Astragalus* spp.) [J]. Entomotaxonomia, 1991, 13(4): 285-293.
- [13] 樊瑛, 杨春清, 吕秀茂. 黄芪籽蜂的研究[M]//李典谟. 走向 21 世纪的中国昆虫学: 中国昆虫学会 2000 年学术年会论文集. 北京: 中国科学技术出版社, 2000: 1135-1139.  
FAN Y, YANG C Q, LÜ X M. Study on *Bruchophagu*[M]//
- LI D M. Chinese entomology towards the 21st century: proceedings of the 2000 annual conference of the Chinese Entomological Society. Beijing: China Science and Technology Press, 2000: 1135-1139.
- [14] 韩卫华. 山西根茎类中药材机械化收获技术现状[J]. 农产品加工, 2022(21): 97-99.  
HAN W H. Present situation of mechanized harvesting technology of rhizome Chinese medicinal materials in Shanxi[J]. Farm Products Processing, 2022(21): 97-99.
- [15] 高昆, 林洪源. 山西省道地中药材研究进展[J]. 山西农业科学, 2023, 51(12): 1457-1467.  
GAO K, LIN H Y. Research progress on genuine Chinese medicinal materials in Shanxi[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2023, 51(12): 1457-1467.
- [16] 杨庆珍, 王增绘, 付娟, 等. 黄芪化学成分与生态因子的相关性[J]. 应用生态学报, 2015, 26(3): 732-738.  
YANG Q Z, WANG Z H, FU J, et al. Correlation between chemical constituents and ecological factors of *Astragalus membranaceus* var. *mongholicus*[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2015, 26(3): 732-738.
- [17] 叶慧子, 胡好远, 肖晖. 中国金小蜂属三新纪录种(小蜂总科, 金小蜂科)[J]. 动物分类学报, 2012, 37(3): 676-680.  
YE H Z, HU H Y, XIAO H. Three newly recorded species of *Pteromalus* (Chalcidoidea, Pteromalidae) from China[J]. Acta Zootaxonomica Sinica, 2012, 37(3): 676-680.
- [18] 刘长月, 赵莉, 陈坤, 等. 苜蓿籽蜂田间发生及为害规律的研究[J]. 新疆农业科学, 2015, 52(5): 882-888.  
LIU C Y, ZHAO L, CHEN K, et al. Investigation on the occurrence and the infestation of alfalfa seed chalcid, *Bruchophagus roddi* (gussakovsky) [J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2015, 52(5): 882-888.
- [19] 杨民益, 梁君, 陆小明, 等. 柠条豆象综合防治试验[J]. 现代农村科技, 2010(10): 23.  
YANG M Y, LIANG J, LU X M, et al. Experiment on integrated control of *Caragana korshinskii*[J]. Modern Rural Science and Technology, 2010(10): 23.
- [20] 陈昫, 杨长安, 马存良, 等. 中国新纪录种柠条鞘蛾的生物学特性及生活史研究[J]. 青海农林科技, 2008(1): 1-3.  
CHEN Y, YANG C A, MA C L, et al. Research on biological properties and life history of A new record insect *Coleophora adelpha*[J]. Science and Technology of Qinghai Agriculture and Forestry, 2008(1): 1-3.
- [21] 陈昫. 柠条鞘蛾的生物学特性及生活史初报[J]. 植物保护, 2008, 34(2): 151-152.  
CHEN Y. Preliminary report on biological characteristics and life history of *Caragana korshinskii*[J]. Plant Protection, 2008, 34(2): 151-152.
- [22] 高明臣, 金惠珠, 田金权, 等. 紫穗槐豆象研究[J]. 齐齐哈尔师范学院学报(自然科学版), 1991, 11(2): 61-63.  
GAO M C, JIN H Z, TIAN J Q, et al. Studies on *Acanthoscelides plagatus*[J]. Journal of Science of Teachers' College and University, 1991, 11(2): 61-63.
- [23] 张萌萌, 李莉, 陈琴, 等. 黑足厚缘肖叶甲的生物学特性及其在藤茶上的发生[J]. 河南农业科学, 2023, 52(2): 94-102.  
ZHANG M M, LI L, CHEN Q, et al. Biological characteristics and occurrence of *Aoria nigripes* (Coleoptera: Chrysomelidae) in *Ampelopsis grossedentata*[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2023, 52(2): 94-102.
- [24] KAMM J A, BUTTERY R G. Ovipositional behavior of the alfalfa seed chalcid (Hymenoptera: Eurytomidae) in response to volatile components of alfalfa[J]. Environmental Entomology, 1986, 15(2): 388-391.