



农业害虫的发生 规律和防治原理

呂錫祥編著

中国青年出版社

农业害虫的发生 规律和防治原理

呂錫祥編著

中国青年出版社

1965年·北京

內 容 提 要

這本書是已經出版的《农业昆虫的生活》一書的姊妹篇。內容主要是講昆虫发生和环境条件的关系，关于害虫发生規律的理論，进行預測預報以及調查統計的方法，并对一般防治害虫的基本原理和各种重要方法，加以介紹。

除了《农业昆虫的生活》和这一本《农业害虫的发生規律和防治原理》外，还有一本具体介紹各种害虫和防治措施的《主要农业害虫的防治》一書，即將出版。

农业害虫的发生規律和防治原理

呂錫祥編著

*

中國青年出版社出版

(北京东四12条老君堂11号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第036号

中国青年出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

*

787×1092 1/32 3 1/4 印张 56千字

1965年2月北京第1版 1965年2月北京第1次印刷

印数1—20,000 定价(科二)0.29元

写在前面

农业虫害,自古就是农业上的一种重要自然灾害。它不仅使农作物的产量降低和品质变坏,严重的时候甚至颗粒无收,造成很大的损失。因此,在我国社会主义经济建设时期,做好农业害虫的防治工作,确保农产品获得稳定的丰收,确实是一项非常重要的任务。

要想做好农业害虫的防治工作,首先要有和害虫作斗争的基础知识,了解害虫的生活情况、习性特点和发生发展的规律,然后才能决定正确的防治策略和切实可行的方法,取得很好的效果。

为了帮助广大农村知识青年能够迅速地掌握农业虫害的基础理论知识,并运用这些知识,更好地从事害虫的防治实践,特编写有关农业虫害基础知识的三本书:《农业昆虫的生活》、《农业害虫的发生规律和防治原理》和《主要农业害虫的防治》。这三本书的内容,除了比较系统地介绍一般虫害基本知识,特别是同防治有关的理论知识外,对于粮、棉、油料作物和蔬菜等的重要害虫的防治措施,也适当加以介绍,使基础理论知识能够密切联系生产实际,学会了就能用到防治实践上去。同时在内容组织和编写形式上,也注意从日常接触到的虫害现象,提高到理论上加以解释,再反过来用理论指导

实践。在文字方面,力求通俗,簡明扼要,使讀者容易理解接受。此外,对于文字不容易說明的部分,配有适当的插图;某些不容易理解的名詞術語,也力求注释清楚。如果讀者再能采集有关害虫,或者結合实地观察,联系害虫具体实际,使文字叙述、图解說明和实物驗證互相配合起来,一定会使学习到的虫害知識,更加切实、深透和巩固。

这三本書合起来看比較完整地介紹了关于农业虫害的基础知識,每本書又可以各自独立。这一本《农业害虫的发生規律和防治原理》,內容主要是在上一册介紹农业昆虫的形态构造、生活情况、习性特点、昆虫分类的基础上,进一步講昆虫发生发展和环境条件的关系,关于害虫发生規律的理論,进行害虫預測預报以及調查統計的方法,并对一般防治害虫的基本原理和各种重要方法,加以介紹,为学习下一册具体的各种农业害虫防治措施,打下良好的基础。

由于作者对农村实际情况了解不够,对于青年在虫害問題方面的具体要求也不很清楚,又加編写这样書籍的經驗非常缺乏,所以在書里一定还有許多問題和缺点,希望讀者多提意見。

呂錫祥

1964年十月

于西北农学院

目 次

一	怎样掌握农业害虫的发生规律.....	5
	农业害虫的发生有没有规律?(5) 影响农业害虫发生的环境条件(6) 温度和农业害虫的关系(7) 昆虫的积温法则(10) 湿度和农业害虫的关系(16) 温度和湿度的综合作用(19) 日光、风和农业害虫的关系(21) 土壤温湿度和农业害虫的关系(22) 土壤的理化性状和农业害虫的关系(25) 影响农业害虫发生的食物条件(27) 昆虫的天敌(30) 人类活动对农业害虫的影响(36)	
二	害虫的预测预报.....	39
	预测预报的重要性(39) 害虫发生期的预测(40) 害虫发生数量的预测(43)	
三	害虫的调查统计.....	45
	害虫调查的种类(45) 取样方法(45) 害虫数量的调查(47) 害虫为害程度的调查(49)	
四	防治农业害虫的基本原理.....	51
	防治农业害虫的基本方向(51) 防治农业害虫的方法(52) 防治农业害虫的基本原则(53)	
五	农业防治法.....	55
	农业防治法的特点(55) “土”和害虫防治(56) “肥”和害虫防治(57) “水”和害虫防治(58) “种”和害虫防治(58) “密”和害虫防治(60) “管”和害虫防治(60) “工”和害虫防治(62)	
六	化学防治法.....	63

化学防治法的特点(63) 化学防治应当注意的几个方面(63) 药剂使用的方式(66) 常用的杀虫药剂(67) 胃毒杀虫剂(68) 接触杀虫剂(70) 六六六(71) 滴滴涕(73) 一六〇五(75) 馬拉松(77) 乐果(77) 蚜蟥立死乳剂(78) 植物杀虫剂(78) 石灰硫黄合剂(81) 内吸杀虫剂(83) 一〇五九(84) 西梅脱(86) 熏蒸杀虫剂(86) 杀蟥剂(88) 輔助杀虫剂(91) 药剂的混合使用(92)

七 生物防治法.....94

生物防治和化学防治存在矛盾(94) 天敌利用的方式(95)

八 物理和机械防治法..... 98

物理和机械防治法的特点(98) 常用的物理和机械防治的方法(98)

九 植物检疫.....101

植物检疫的重要性(101) 我国的植物检疫工作(101)

一 怎样掌握农业害虫的发生规律

农业害虫的发生有没有规律？

和农业害虫作斗争，好比打仗一样，只有了解敌情，才能够打胜仗。了解农业害虫的情况，首先就是熟悉它们的生活习性，这我们在《农业昆虫的生活》里已经讲过了。但是，只知道农业害虫的生活习性还不够，还需要摸清它们的发生规律，才能掌握时机，及时进行防治。

农业害虫的发生有没有规律呢？任何一种害虫，什么时候出现为害，什么时候产卵繁殖，一年发生几代，什么时候潜藏过冬等等，这些一般说来是有规律的。但是，有的害虫在那一年发生特别严重，造成很大的灾害；在这一年发生却很轻微，并不造成什么损失。有的害虫在这个地区发生特别多，成为生产上的重要害虫；在那个地区发生却很少，甚至见不到它的踪迹。同一种害虫在同一个地区，这一年的发生期和那一年的发生期，也有早有迟，并不完全相同。这样看来，农业害虫的发生又好像没有规律。

其实，这并不是说农业害虫的发生没有规律，而是它们的发生规律比较复杂。农业害虫的发生既和它们的生活习性有关，也和它们的生活环境有关。农业害虫在不同年份、不同地

区发生为害的情况不同,就是因为外界环境条件有变化。

影响农业害虫发生的环境条件

那末,影响农业害虫发生的外界环境条件有哪些呢?

首先是气候条件,这是因为农业害虫的生长繁殖,活动潜伏,跟温度、湿度、日光、雨水、风都有关系。农业害虫在不同年份发生为害情况不同,主要一个原因就是这些条件的变化。不同地区的虫害情况不同,气候条件不同也是一个重要原因。

其次是土壤条件。农业害虫有的一生都是在土里度过的;有的白天藏在土里,晚上出来活动;也有的在某一阶段跑到地面上来生活,在某一阶段却钻到土里。因此,土壤的结构、成分和水、气状况也会影响到农业害虫的生活。

第三是生物条件,这是指农业害虫吃的食物和它们的天然敌害。农业害虫吃的食物主要是它为害的对象,就是各种农作物,以及其他的植物。要是某种农业害虫爱吃的农作物多,食料充足,就会对它的生活和繁殖有利,为害也就严重,相反,如果它的天然敌害多,就对它的生活和繁殖不利,为害也会减轻。

第四是人为条件,这是指农业耕作栽培技术和改进自然条件等措施,特别是我们针对农业害虫所采取的各种防治措施,可以起遏制它们的发生和为害的作用。

我们要掌握农业害虫的发生规律,关键就在于摸透这些外界环境条件和农业害虫的关系。下面我们就把这些条件一个一个分开来讲。

温度和农业害虫的关系

年年春暖花开的时节，許多昆虫都从冬眠中苏醒过来，开始它們的活动。可是夏秋一过，冬季到来的时候，它們又潜伏得无影无踪了。昆虫活动的这种季节性变化，主要就是因为受到外界温度的支配。

为什么昆虫的生活要受外界温度的支配呢？这主要是由于昆虫身体里没有象高等动物那样调节体温的结构，再加上它身体小、体外又没有羽毛等保温的装备，很难保持一定的体温，所以昆虫都是**变温动物**。也就是说，外界的温度升高，它的体温也随着升高；外界的温度降低，它的体温也随着降低。这样就使昆虫的生理活动直接受着外界温度的支配。

昆虫和其他生物一样，它的生命活动，必須在一定的温度范围里，才能正常进行，如果温度过高或过低，都会破坏它的生理机能，甚至停止生命活动。

能够使昆虫生长、发育、繁殖的温度范围，叫做**有效温度范围**。这种有效温度范围，是随昆虫种类而不同的。一般来说，昆虫的有效温度范围在摄氏 8 度到 40 度之間。在有效温度范围里，还有一个更适宜于昆虫生活的温度范围，叫做**适宜温度范围**，一般在摄氏 22 度到 33 度之間。昆虫在这个温度范围里，生长快，发育健全，繁殖力最大，寿命也比较长。我們常見許多农业害虫大量发生为害的时候，外界温度总是在这一个范围里的。

昆虫在有效温度范围以内，才能生活发育；相反，如果超

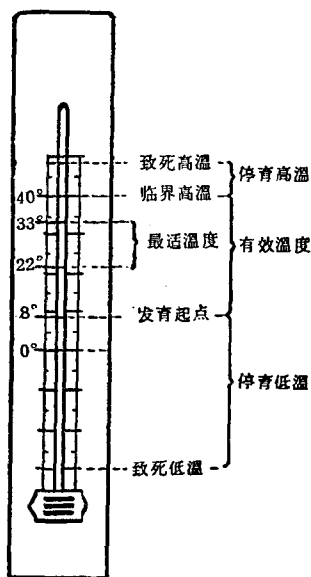


图 1. 一般昆虫的适温范围。

出这个范围,生活发育就要停止。有效温度范围的最低温度,叫做**最低有效温度**,也叫**发育起点温度**,一般昆虫就是摄氏 8 度。也就是说,温度上升达到这一点的时候,昆虫才开始生长发育。温度下降到了发育起点以下,昆虫的生长发育就要几乎停顿,进入休眠状态。有效温度范围的最高温度,叫做**最高有效温度**,也叫**临界高温**,一般昆虫就是摄氏 40 度。昆虫达到这种高温,也要停止发育,进入蛰伏状态

(图 1)。

昆虫不论是因低温而休眠,或因高温而蛰伏,都只是暂时停止生长发育,等到温度再恢复到有效温度范围以内,仍旧可以继续生长发育,照常生活。可是不利的温度继续不断升高或降低,却可以使昆虫达到致死的程度。如低温达到摄氏零下 37 度,或是高温达到 64 度,一切昆虫都要死亡。大多数昆虫都到不了这样极端的低温和高温就死了。我们常见某一年的冬天特别寒冷,来年的害虫发生就少,就是由于冬天的低温把许多害虫冻死的缘故。相反,这一年的冬天特别温暖,来年

害虫的发生也常常严重,就是由于害虫能够安全越冬的缘故。

还要知道,昆虫在有效温度范围里,发育速度也不是始终一样的。一般是温度越高,发育速度越快,也就是完成发育所需要的时间越短;相反,温度越低,发育速度越慢,也就是完成发育的时间越长。不过,发育最快的温度,并不见得是昆虫繁殖最适宜的温度。因为许多昆虫在一定高温下,生长发育虽然最快,可是成虫寿命却显著缩短;虽然一次产卵数可以很多,但是产卵总数反而减少。这样的高温,对昆虫来说,还不能算是最有利的。

昆虫抵抗寒冷的能力是比较强的,而且受冻以后,容易恢复过来。不过不同种类的昆虫抵抗寒冷的能力是很不相同的,有的不能抵抗零度以下的低温,可是有的冷到零下30度还不会死。但是对于高温的抵抗能力就比较弱,而且不容易恢复过来。因为高温不但能引起虫体内部水分过度蒸发,还可能使细胞内部机能受到伤害,结果使昆虫的生理机能遭到难以恢复的破坏。一般昆虫到摄氏40度以上就容易死亡。

昆虫的抗寒能力,和昆虫的分布地区、冷却的速度、受寒时间的长短和受寒当时的生理状况等,有密切的关系。一般分布在北方的昆虫,要比南方的抗寒力强,这是由于长期生活在寒冷环境里,产生了对寒冷的适应性。此外,温度骤然的急剧变化,低温时期过长,抗寒的生理准备不足(如身体里面的脂肪积累不够,和含水量比较高等),都是对抗寒不利的。在自然条件下,天气逐渐进入冷季的时候,身体里已经贮积相当多的脂肪,同时,由于昆虫停止取食,身体里的生理活动渐渐

減弱，容易引起結冰的水減少，到了冬天，自然會增強抗寒的能力。不過到了春天，氣候變暖以後，昆蟲已經開始活動起來，身體里的脂肪已經有了一定的消耗，含水量也逐漸增加，如果這時候遇到突然的寒冷，常常使昆蟲受凍死亡，所以春季的寒流，對於昆蟲來說常常比冬季嚴寒更加不利。了解這些情況，在進行害虫的預測預報工作中，有很重要的參考價值。

昆蟲的積溫法則

上面只是一般地講溫度和昆蟲的關係，從外界溫度變化可以大體推測害虫的發生和為害情況。進一步還可以從溫度變化計算出害虫完成一代需要多少天數，來具體地預測發生期，這就是利用一條叫做**積溫法則**的原理。

原來昆蟲既是變溫動物，它的體溫總是隨着外界溫度而變化。在有效溫度範圍里，外界溫度越高，它的體溫也越高，生長發育就越快，完成一代所需要的天數也就越少。這使我們想到：昆蟲發育完成一代或某一蟲期所需要的溫度總和，是不是有一定數量？如果是有一定的數量，那末就應該可以根據害虫一生或某一蟲期所需要的溫度總和，來進行發生期預測了。

經過研究証實，一種昆蟲完成一個世代，或是一個蟲期（卵期、幼蟲期、蛹期等）的發育所需要的溫度總和，基本上是有了一定數量的。也就是說，昆蟲必須滿足一定數量的溫度總和，才能完成一代或一個蟲期的發育。這種規律，就叫做昆蟲的**積溫法則**。所謂**積溫**，就是指昆蟲完成一代或一個蟲期的發育這一段時期里的溫度總和，說得更明白些，是把這一段時

期里的每日平均溫度加起来的总和。要是这一段时期里每日平均溫度相同,那末昆虫完成一代所需的积温,就等于昆虫发育所经过的天数,乘以每日平均溫度。用公式表示:

$$\text{一代所需积温} = \text{一代发育天数} \times \text{每日平均溫度} \cdots (1)$$

但是,昆虫的生长发育,必須在有效溫度范围以内才能进行。也就是說,溫度必須达到发育起点以上,昆虫才能发育。在发育起点以下的溫度,对于昆虫的发育是不起什么作用的。这样看来,在計算昆虫的积温的时候,必須从每日观察的平均溫度中,减掉对这个昆虫发育不起作用的溫度——发育起点溫度,这才是影响昆虫发育的实际有效溫度。因此,我們不应该籠統計算积温,而是应该計算**有效积温**,如下面的公式:

$$\text{一代所需有效积温} = \text{一代发育天数}$$

$$\times [(\text{每日平均溫度}) - (\text{发育起点溫度})] \cdots \cdots (2)$$

要求出某一种害虫完成一代所需要的有效积温,我們只要知道这种害虫的发育起点溫度,和它完成一代所需要的天数,再利用当地气象記載的每日平均溫度,或是飼养这种害虫时期所記的溫度,代入上面这个公式(2)就行了。例如已知粘虫的发育起点溫度是摄氏9.6度,在24.8度的室溫中飼养,经过45天完成了一个世代。那末它的一代所需要的有效积温应该是:

$$45 \text{ 日} \times (24.8 - 9.6) \text{ 度} = 45 \text{ 日} \times 15.2 \text{ 度} = 684 \text{ 日度}^{\text{①}}。$$

怎样才能求出昆虫的发育起点溫度呢? 这是一件比較复

① 有效积温的計算单位通常是“日度”。但是如果飼养观察的时候用的是每小时平均溫度(而不是每日平均溫度),那末单位应该是“时度”。

杂的工作。最常用的方法是，把一种虫子刚产下来的卵分开两份，各放在不同的温度里（例如一部分放在摄氏 20 度，另一部分放在 25 度），等它们孵化出幼虫来以后，用同样的食物喂，一直养到化蛹，最后羽化变成虫。既然这是同一种昆虫，理应有相同的发育有效积温和相同的发育起点温度，但是在不同温度下，发育所需要的天数是不同的。假定在 20 度下饲养一代用了 20 天，在 25 度下用了 15 天（在比较高的温度下，天数应该少些），那末就可以用下列公式求出发育起点温度：

发育起点温度

$$= \frac{(\text{第一組溫度} \times \text{第一組天數}) - (\text{第二組溫度} \times \text{第二組天數})}{\text{第一組天數} - \text{第二組天數}}。$$

用上例的数值代入公式，就得到：

$$\begin{aligned} \text{发育起点温度} &= \frac{(20 \text{ 度} \times 20 \text{ 日}) - (25 \text{ 度} \times 15 \text{ 日})}{20 \text{ 日} - 15 \text{ 日}} \\ &= \frac{400 \text{ 日度} - 375 \text{ 日度}}{5 \text{ 日}} \\ &= \frac{25 \text{ 日度}}{5 \text{ 日}} = 5 \text{ 度}。 \end{aligned}$$

也就是說，上面說的那種昆蟲的发育起点温度是摄氏 5 度。

用这种方法的时候，必須注意，养这两份虫的期間除了所需要的温度差别以外，其他条件（如湿度、食物）都应该一致，否則就不准确。如果要更精确，就要加多不同的温度处理（如 15 度、20 度、25 度等），但是計算就不是这样简单，所以这里就不介绍了。

对于任何昆虫，我們掌握了它的发育起点温度，和它完成

一代所需要的天数,就可以根据当时温度記載,运用公式(2)算出这种害虫完成一代所需要的有效积温。我們算出了某种害虫完成一代所需要的有效积温,那末就可以根据当地的气象資料,預測它在当地一年发生的世代数。方法是,根据当地全年的气温資料,从逐日記載的温度中,减去害虫的发育起点温度,这样就可以得出逐日的有效温度(日平均温度在发育起点温度以下的,不計算)。再把全年中逐日的有效温度累加起来,就可以得出当地全年的有效积温。有了当地全年的有效积温和某种害虫完成一代所需要的有效积温,就可以运用下面公式(3)求出某种害虫在一年中发生的世代数目。

$$\text{发生代数} = \frac{\text{当地全年的有效积温总数}}{\text{害虫完成一代所需要的有效积温}} \cdots \cdots (3)$$

例如粘虫的发育起点温度是摄氏 9.6 度,已經知道完成一代所需要的积温是 684 日度,而在北京全年的有效积温是 2,264 日度,由公式(3)計算:

$$\text{发生代数} = \frac{2264}{684} = 3.31 \text{代},$$

实际发生三到四代。

又如水稻二化螟的发育起点温度是摄氏 10 度,完成一代所需要的有效积温是 770 日度,而北京全年的有效积温是 1,757.5 日度,就可以計算出,二化螟在北京每年可以发生 2.2 代,实际是发生二代;汉口全年的有效积温是 2,419.2 日度,計算出二化螟在汉口每年可以发生 3.2 代,实际是发生三代;广州全年的有效积温是 3,496.8 日度,計算出二化螟在广州每年可以发生 4.5 代,实际是发生四到五代。

不过,用这个方法算出的发生代数,只是一个大约数。实际上,一种昆虫各个虫期的发育起点温度是不同的,各个虫期所需要的有效积温因此也应该分开来计算。例如二化螟各个虫期的有效积温,經湖南农业科学研究所测定如下:

二化螟发育起点温度和有效积温表

虫 态		发育起点温度(摄氏度)	有效积温(日度)
成 虫	雌	16.05 ± 0.35	83.16 ± 2.95
	雄	16.18 ± 0.32	79.29 ± 1.43
卵		9.89 ± 0.50	88.24 ± 2.59
幼 虫		14.80 ± 1.21	476.50 ± 36.80
蛹		10.83 ± 0.59	126.90 ± 24.60

表里各数字后面有“ ± 0.35 ”等,在“ $\pm$ ”后面的数字表示研究中可能产生的误差。

掌握了害虫各个虫期的发育起点温度和有效积温,就可以从当地气象资料查出这一时期的日平均温度,用下面公式(4)求出完成某一虫态的发育天数,再推算出它的发生时期。

某一虫期的发育天数

$$= \frac{\text{某一虫期的有效积温}}{\text{某一虫期的日平均温度} - \text{发育起点温度}} \cdots \cdots (4)$$

例如在湖南衡阳观察二化螟的越冬幼虫,是三月十一日开始化蛹的。要预测它在什么时候开始化蛾,就可以利用蛹期的有效积温进行推算。从前面的表查知:蛹的发育起点是摄氏 10.8 度,蛹的有效积温是 126.9 日度,再从当地气象记