

棉铃虫二代期模拟为害蕾的 经济生态学效益*

盛承发 马世骏

(中国科学院动物研究所)

摘 要

通过3年时间,在黄河流域棉区的两个不同的地点,于3种不同肥力类型的地块上,以3个不同的陆地棉品种为材料,进行了一系列的人工摘蕾模拟为害和棉铃虫自然为害的田间试验,得知土壤肥力极大地影响着棉株对于早期蕾损失的补偿能力。在肥力条件较好的地块,容许二代棉铃虫适度为害,同时辅以适当的人工摘蕾,能显著提高生态效益和经济效益。最后还给出了这一技术的应用方法。

在确定棉铃虫(*Heliothis spp.*)为害量与棉花(*Gossypium spp.*)产量之间关系中,前人曾采用了几种不同的研究方法,其中人工摘除蕾铃模拟为害,不依赖害虫的自然发生量,对试验条件要求少,易于控制为害程度,且更具有成分分析的特点,几十年来不少研究者采用了这一方法。不过已有的工作尚存在一个主要问题:为什么在初花期前后,相同摘蕾量对产量的影响常有很大变化?其原因未能得到清楚的说明(Eaton, 1931; Dunnam等, 1943; Kincade等, 1970; Wilson等, 1972; Morton, 1979),因而长期以来限制了这一方法的应用。

为了弄清早期摘蕾对产量的作用有很大变化的原因,进而揭示出早期摘蕾对于控制我国华北棉区二代棉铃虫的可能效益,我们于1980—1982年在河北省中南部和安徽省淮北地区进行了不同条件下人工摘蕾和棉铃虫*H. armigera*自然为害对棉花*G. hirsutum*产量和质量影响的试验。结果表明,棉株对于棉铃虫二代期(6月下旬至7月上旬)蕾损失的补偿能力是很强的。经二代期人工摘蕾或棉铃虫较轻程度的自然为害后,在高、中肥力类型地块可以增产,而这二类肥力条件在许多情形下是可以满足的或可以调节的。棉铃虫是我国棉区重要害虫,二代是当前华北棉区的重点防治世代,因此,在高、中肥力地容许二代棉铃虫适度为害并酌情辅以人工摘蕾,就可对现行的棉铃虫控制系统发生重要影响,具有可观的生态效益和经济效益。本文对这些效益作一初步分析和估测,并提出实际应用这一技术的具体方法。

一、试验设计和方法

1980—1982年在河北省饶阳县五公公社、1982年在安徽省濉溪县古饶公社进行试验。试验地块的土壤肥力分为高肥、中肥和低肥3类。1982年5月中旬在各类代表性地块耕作层土

* 本项工作得到本所丁岩钦副教授的热情帮助,王莽莽同志帮助计算。在收集数据中得到河北省衡水地区农科所孟文等同志,河北省饶阳县五公病虫测报站李树清等同志,饶阳县五公大队乔运周、杨月玲、李爱君等同志,安徽省濉溪县古饶公社赵承显等同志的大力协助和支持,在此一并致谢。

壤取样, 后经饶阳县农林局土肥站测定有机质及氮、磷、钾的含量, 其中碱解氮高、中、低肥力地分别为60.62、51.87、43.54ppm。3年中, 高、中、低肥力类型地块每亩皮棉产量分别为130—200、85—120、55—63斤。

整个试验按为害方式, 分成二代期人工摘蕾试验和同期棉铃虫为害试验。

1. 人工摘蕾试验

人工摘蕾试验, 一般按单株进行, 1980年每处理重复10次(株), 1981和1982年重复50次(株)。1982年按小区进行的试验, 每小区10—32株(同一试验内每小区株数相等), 重复8—10次。均用对比法排列。摘蕾时间一般在6月下旬至7月上旬。

摘蕾日和此后每7—10天, 调查一次蕾、花、小铃、大铃及脱落数。1981年对中、低肥力地的不同摘蕾数的3种处理的各10株, 每两天记载一次不同果节的状况, 用以考察补偿的速度及部位, 1982年同样的工作进行于高、中、低肥力地。

高肥地追施化肥纯氮10—20斤, 除1号试验外遇旱及时浇水; 中肥地除11号试验外追纯氮2—10斤, 所有试验遇旱及时浇水; 低肥地除17号试验外不追肥不浇水。试验号见表1。

表1 每亩皮棉增产斤数(y)与二代期每株摘蕾数(x)的关系*
table 1 relationship between lint increment (jin/mu), y , and
number of squares removed per plant, x

肥力类型	年 份	品 种	编 号	$y = f(x)$	S	显 著 性
高 肥	1980	乌 3	1	$10.21 + 6.971x - 0.9734x^2$	20.27	
	1981	衡 1	2	$0.9575 + 3.744x - 0.1504x^2$	10.48	Δ
	1982	衡 1	3	$0.8445 + 10.03x - 0.3625x^2$	13.57	$\Delta\Delta\Delta$
			4	$4.985 + 15.58x - 0.5814x^2$	20.22	$\Delta\Delta$
			5	$5.368 + 3.341x - 0.1454x^2$	18.77	
			6	$5.030 + 9.349x - 0.2936x^2$	17.58	Δ
			7	$2.015 + 4.903x - 0.2630x^2$	10.86	Δ
			8	$2.355 + 0.6040x$	2.420	$\Delta\Delta$
中 肥	1980	乌 3	9	$1.228 - 3.825x + 1.145x^2$	4.291	$\Delta\Delta$
	1981	衡 1	10	$-6.570 + 7.136x - 0.3875x^2$	10.73	Δ
	1982	衡 1	11	$0.3566 + 7.904x - 0.9764x^2$	2.670	$\Delta\Delta$
			12	$-3.570 + 7.607x - 0.4275x^2$	7.625	Δ
			13	$-2.268 + 5.856x - 0.8833x^2$	5.164	Δ
			14	$0.2911 + 7.666x - 0.7279x^2$	2.438	$\Delta\Delta$
低 肥	1981	乌 3	15	$-1.308 - 1.707x + 0.2245x^2$	3.425	
	1982	衡 1	16	$-0.2820 - 0.9650x$	1.153	$\Delta\Delta$
			17	$-0.6877 + 9.320x - 0.8370x^2$	3.699	$\Delta\Delta$
		鲁 1	18	$-1.046 + 2.526x - 0.2120x^2$	2.729	

* 剩余标准差 $S = \sqrt{\frac{\sum (y - \hat{y})^2}{N - k - 1}}$ 。△, △△和△△△分别表示回归在10%、5%和1%水准上显著。计算方法参见中国科学院数学研究所数理统计组1974年编的回归分析方法一书的第70—73页。

所有试验处理,自6月下旬至收获经过控制,均未出现试验不允许的害虫的明显为害。收获时按株数、成铃数、铃重及衣分计产,并由当地棉花收购站测定皮棉样品的绒长、品级及价格,计算产值。

人工摘蕾试验包括不同摘蕾数试验、不同摘蕾部位试验以及摘蕾与伏蚜 *Aphis gossypii* 的联合作用试验。

1) 不同摘蕾数试验 在植株中、下部或全株人工摘除棉蕾。高肥地每株摘蕾2—24个,中肥地2—12个,低肥地2—8个。

2) 不同摘蕾部位试验 1981年在一块高肥地、1982年在两块高肥地的植株上部(7—11果枝)摘8蕾和下部(1—4果枝)摘8蕾。

3) 摘蕾与伏蚜的联合作用试验 1982年高肥地衡棉1号,设4种处理:①二代期不摘蕾,保持自然蚜量;②二代期每株摘12蕾,保持自然蚜量;③二代期不摘蕾,经施药保持低蚜量;④二代期每株摘12蕾,经施药保持低蚜量。这4种处理的最高蚜量均出现在7月20日,百株三叶蚜量分别为93,600、97,800、18,130和18,440头。

2. 棉铃虫为害试验

品种衡1。试验小区对比法排列。为害时间、肥水管理、其他虫害控制、调查记载以及收获考种方法与摘蕾试验相同。棉铃虫为害试验包括接幼虫为害蕾、在自然落卵株上人工加接卵造成受害(以下简称加卵为害)以及自然为害试验。

1) 接幼虫为害蕾试验 1981年高肥地,7月5日至12日每株接幼虫咬8蕾,但不为害顶尖,同时设摘8蕾处理。

2) 加卵为害试验 1982年高肥地,二代棉铃虫自然卵量(3日一次系统调查百株累计卵量。以下同)636粒,9月19—25日用鸡蛋清粘卵(自田间捕捉一代成虫于室内产卵)1,200粒,总卵量1,836粒。

3) 自然为害试验 1982年3块高肥地和1块中肥地,高肥地第一块地二代卵量1,028粒,第二块地636粒,第三块地1,959粒,中肥地371粒。

二、试验结果和分析

以下如无特别说明,则产量按每亩皮棉斤数计,产值及费用按每亩元数计。

1. 人工摘蕾试验

1) 不同摘蕾数试验 对当地3个主要品种的不同摘蕾数试验结果见表1。

表1中,第1、5、15及18式虽然与同类肥力的其他式子有相同趋势,但它们的回归不显著,故不用于讨论产量与摘蕾数的关系。在剩下的14个式子中,一次项系数为正时,在一定限度的摘蕾数内,摘蕾增产。反之,当该系统为负时,摘蕾减产。而常数项,考虑到相应的剩余标准差 S ,可以认为与原点的差距不大。

高、中肥力地的8、9式的二次项系数非负,意味着摘蕾越多,增产越多。但应注意到8式的一次项系数(0.6040)较小,表明摘蕾数最大时增产仍不多;9式的一次项系数(-3.825)为负,故不能期望在此二试验的摘蕾数更大时会出现进一步增产。高、中肥力地的其余各式的二次项系数均为负,表明增产曲线的开口向下,即超过一定的摘蕾数后,增产

数下降,但在 x 的取值范围(见表2)内,除13号试验外,均未出现减产。

表2 回归式 $y=f(x)$ 的极值

table 2 maximum of regression $y=f(x)$

编 号 *	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17
x 取值上限	20	24	24	16	12	16	8	12	8	8	8	8	8	8
极 值	x	12.45	13.83	13.40	15.92	12.00	16.00	8.00	9.207	4.048	8.000	3.317	5.266	8.000
	y_{max}	24.26	70.22	109.3	79.45	57.07	12.00	41.98	26.34	16.35	29.93	7.450	20.48	-8.002

* 编号同表1。

低肥地17号试验在摘蕾后每亩追纯氮18斤,结果摘蕾处理出现较大幅度增产。而16号试验,摘蕾后出现线性减产。

进一步考察表1中的回归式的极值是有意义的。除1、5、15及18式外,其余14个式子的极值见表2。

表2中,高肥地6个式子, y 出现极大值时, x 值在12.00—15.92之间,表明高肥地摘蕾株的产量补偿力是很强的。中肥地, y 极大时 x 为3.317—9.207,表明该类地块亦能承受二代期相当大的摘蕾数。低肥地的17式因追肥应除外,16式减产达最大值8.002时,摘蕾数亦达最大值8。若以 f 表示肥力水平,高、中、低肥力地的 f 值分别为3、2、1,并以 x_M 表示产量出现最大值时的摘蕾数,则 x_M 与 f 间存在极显著正相关($r=0.924$, $df=12$),回归式为 $x_M=7.334f-8.215$ 。

由上可知,摘蕾株产量补偿力依肥力水平低、中、高的次序逐渐增强。这在两个追肥对比试验中看得更清楚。第一个试验,1982年衡1,即表1中的11和12号试验,设在同一中肥地块。摘蕾后11号试验不追肥,12号试验8月下旬每亩2斤纯氮叶面喷施,结果12号试验的补偿力明显高于11号试验。第二个试验,16号和17号试验,1982年衡1,同一低肥地。摘蕾后16号试验不追肥,17号试验每亩纯氮18斤根部施用,结果16号试验的摘蕾株呈线性减产,而17号试验摘蕾出现相当大的增产。这两个追肥对比试验的增产情况见图1。

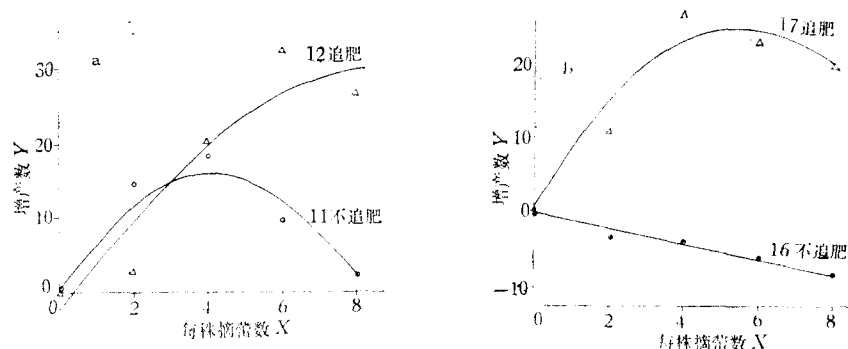


图1 产量补偿力与追肥关系

a. 中肥地(衡1, 1982, 五公); b. 低肥地(衡1, 1982, 淮北)。图中数字为试验号
fig. 1 relationship between crop compensation and additional manuring.

a. Medium soil (Hengmian 1, 1982, Wugong); b. poor soil (Hengmian 1, 1982, Huaibei),
A digit near the curve indicates code of an experiment

这 3 个供试品种从后期长势来看, 衡 1 强, 乌 3 次之, 鲁 1 弱。在进行试验的 3 年里, 7、8 月份雨量变化很大。饶阳县气象局 (位于试验地点北约 15 公里) 测得这 3 年 7、8 月雨量为 213.4—560.9 毫米, 该地区近 11 年来同期平均值为 280.8 毫米。3 年的初霜日也很不同, 饶阳县气象局记载为 10 月 10 日至 24 日, 该地区近 10 年来平均为 10 月 18 日。由表 1、2 可知, 摘蕾处理的产量补偿力在品种间及年份间的差异比土壤肥力类型间的差异小得多。

2) 不同摘蕾部位试验 植株上部和下部摘 8 蕾对比试验的每株成铃数见表 3。下部摘

表 3 植株上、下部位摘蕾试验的每株成铃数 (衡 1, 五公)

table 3 numbers of large bolls per plant produced in the top-removed and base-removed experiments (Hengmian 1, Wugong)

		上部摘 8 蕾	下部摘 8 蕾	差异显著性
1981 年		14.77	14.98	
1982 年	I	31.02	33.58	
	II	17.54	22.52	△△△

8 蕾比上部摘 8 蕾的成铃数多些。这两种处理的结果差异在 1982 年大些, 原因之一是 1981 年每株摘 8 蕾后, 剩下蕾数平均为 13.3 个, 而 1982 年两块地每株摘 8 蕾后, 剩下蕾数分别平均为 15.9 个和 16.6 个。换言之, 1982 年上、下部位间的差距大些。

3) 摘蕾与伏蚜联合作用试验 二代期摘蕾与否和高、低伏蚜量构成的 4 种处理的产量结果见表 4。比较表 4 的处理 1 和处理 2, 以及处理 3 和处理 4, 可知无论在伏蚜量高还是

表 4 二代期去蕾和伏蚜的联合作用 (衡 1, 五公)

table 4 combined effect of square removal during the 2nd generation and the midsummer aphid (Hengmian 1, Wugong)

处理号	摘蕾个数	最高伏蚜量	每株结铃个数				铃重 (克)	衣分 (%)	产量 ¹⁾ (斤/亩)	产量差异显著性
			大铃	烂铃	冻枯铃	好铃				
1	0	93,600	15.84	2.02	0.40	13.42	4.732	33.16	142.8	
2	12	97,800	21.02	0.64	1.78	18.60	5.047	33.10	210.7	△△△
3	0	18,130	20.10	2.28	0.78	17.04	4.867	32.80	184.4	
4	12	18,440	25.46	0.70	0.90	23.86	4.990	32.22	260.1	△△△

1) 每亩植株数 3,390 株。

低的情况下, 二代期摘蕾均能减少伏蚜为害的产量损失。同时, 这些数据再次表明高肥地二代期摘蕾能够显著增产。

棉花蕾铃生理脱落的严重程度是产量高低的一个标志, 生理脱落的内在原因是蕾铃里有机养料供应不足。棉株的生殖生长对营养生长有限制作用 (汤玉玮等, 1964)。凡是群体或单株产量变化幅度较大的情况, 总是伴随着生物产量即总干重的平行变化。在个体条件下, 棉株各个时期的营养生长愈好, 生殖生长也愈好 (郑泽荣等, 1980); 在群体条件下, 棉株

的生物产量与经济产量是正相关的(四川省农业厅棉花试验站栽培研究室, 1963)。棉铃虫二代期(相当于初花期), 恰处于植株光合产物求大于供的前夕, 此时摘蕾, 使求大于供的时间推迟, 减缓了生殖生长对营养生长的限制, 增大了营养面积, 生物产量增加。在高、中肥力地块, 只要水分不成为限制因子, 植株可以产生更多的蕾, 且幼铃和蕾的脱落数减少, 幼铃发育快, 座桃集中, 结果虽然摘蕾损失了伏前桃, 但总的经济产量却增加。图 2 给出摘

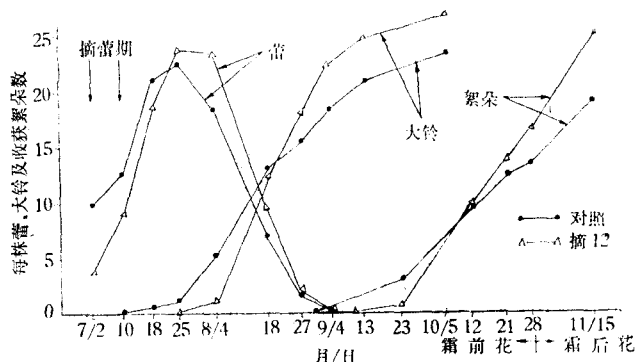


图 2 棉铃虫二代期高肥地每株摘12蕾及对照株发育动态(鲁1, 1982, 五公)
fig. 2 fruit dynamics of the plants with 12 squares removed during the 2nd generation bollworm and the control plants (Lumian 1, 1982, Wugong)

蕾株与对照株蕾、大铃及收获的絮朵数的调查数据的一个例子。表 4 中各处理的秸秆重与籽棉重之比十分接近, 也反映了生物产量与经济产量密切相关。

然而, 我们不能认为将座桃时间推迟太多仍会增产。1981年高肥地和中肥地衡棉 1 号全部摘蕾终止日在 7 月中旬以后, 就出现了显著减产, 原因是用以产量补偿的时间太短。

还需指出, 摘蕾株霜前花比率一般有所下降, 但由于高、中肥力地摘蕾株产量大于对照, 使霜前花数量不低于对照。例如图 2, 该地区 1982 年初霜日 10 月 24 日, 10 月 29 日前收获的籽棉为霜前花。10 月 28 日前收获絮朵数比率, 对照株为 70.87%, 摘 12 蕾株为 65.23%; 但是收获絮朵数的绝对值, 对照株为 13.58 个, 而摘 12 蕾株却为 16.42 个。实际上在图 2 中, 摘蕾株收获絮朵数在 10 月 7 日就赶上了对照, 即如果 10 月 2 日枯霜来临, 那么本例摘蕾株收获絮朵数便可赶上对照。然而该地区近 10 年来初霜日在 10 月 9 日至 29 日, 平均为 18 日, 标准差 7 日。因此, 中等以上肥力地摘蕾株的霜前花数量不低于对照。对于低肥地, 无论摘蕾株的大铃数能否赶上对照, 其霜前花数量都比对照少。

至于绒长和皮棉品级, 摘蕾株与对照株之间差别很小(盛承发等, 1983)。比起产量差异, 质量差异可以忽略。

2. 棉铃虫为害试验

1) 接幼虫为害蕾试验 1981 年二代期接幼虫为害 8 蕾和人工手摘 8 蕾试验结果见表 5。在不为害棉株顶尖的情况下, 每株咬 8 蕾与摘 8 蕾的产量、质量差异甚小。

2) 加卵为害试验 加卵为害试验结果见表 6。

3) 自然为害试验 二代棉铃虫自然产卵为害试验结果见表 6。表 6 中, 二代累计卵量为 1,836 粒的为加卵为害试验, 其余的为自然为害试验。

表 5 接幼虫为害蕾及人工摘蕾结果比较 (衡 1, 五公)

tab'e 5 comparison of the results of damages to squares by the larvae and by hand (Hengmian 1, Wugong)

处 理	每株成铃 个 数	铃 重 (克)	衣 分 (%)	产 量 ¹⁾ (斤/亩)	纤维长度 (毫米)	品 级	售 价 (元/斤)	产量差异 显著性
摘 8 蕾	14.5	4.50	32.91	141.57	29	1	2.35	
咬 8 蕾	14.4	4.43	32.92	138.60	29	1	2.35	

1) 每亩植株数3,296株。

表 6 二代加卵为害和自然为害试验结果 (衡 1, 五公)

table 6 results of experiments of damages due to the additional eggs and to the natural eggs (Hengmian 1, Wugong)

肥力类型	地 块 号	累计卵量 (粒/百株)	损失蕾数 (个/株)	边心被害数 (个/株)	顶心被害率 (%)	减 产 (斤/亩)	产量差异 显著性
高 肥	1	1,028	16.04	2.63	31	19.57	△△△
	2	636	8.56	1.56	29	6.19	
		1,836	16.21	3.78	62	20.87	△△△
	3	1,959	23.06	4.93	59	23.43	△△
中 肥		371	5.12	0.80	31.6	18.50	△△

在高卵量尤其棉株幼小时, 初孵幼虫集中于顶尖为害, 造成主茎生长点、上部果枝发生点以及部分蕾的发生点被害。这与早打顶心很不相同。表 6 中的损失蕾数包括被害脱落蕾数和因为蕾的发生点被害造成的新果节缺蕾数。

表 5, 接幼虫为害 8 蕾但不为害顶尖, 结果与摘 8 蕾的相近。表 6 中, 高肥地 636 粒卵以上均造成减产, 最大减产量为 23.43 斤。中肥地 371 粒卵减产 18.50 斤。由表 1、2 知, 在高、中肥力地人工摘蕾试验中, 尽管某些处理的摘蕾数大于表 6 中的幼虫为害造成的损失蕾数, 但由于摘蕾时不为害顶尖, 结果均增产。可见顶尖被害是减产的主要原因。Wilson 等 (1972) 根据在澳大利亚北部的观察, 报道主要由棉铃虫 (*Heliothis*) 造成的顶尖早期被害对总产量影响很小。我们认为, 很可能是那里的生长期比我国华北地区长得多所致。此外, 在顶尖被害后, 即使无甚减产, 但由于植株畸形, 霜前花数量减少, 产值下降也是明显的。

反映顶尖被害程度的良好指标是边心被害数, 它与减产数关系密切。据 1980 年在高肥地观察, 二代 307 粒卵未出现边心被害。

烂铃是影响产量的一个因素。伏前桃易染铃腐病。染病严重的大铃完全腐烂, 无产量贡献。摘蕾后, 铃腐病大大减轻。如河北饶阳五公 1980—1982 年平均每株完全腐烂铃数: 高肥地对照株和摘蕾株分别为 2.39 和 0.33 个; 中肥地对照株和摘蕾株分别为 1.70 和 0.59 个; 低肥地对照株和摘蕾株分别为 0.35 和 0.09 个。未完全腐烂的大铃形成僵瓣, 铃重及纤维质量下降, 收获时也颇费工。摘蕾株的这种大铃也少得多。

在高、中肥力地二代期摘蕾产值上升。下面估计产值上升幅度。

表 2 中的最大增产数 y_{max} 并不能直接作为产值增加数, 原因是我们事先并不知道某类肥力地块的最适摘蕾数, 况且理论上的最适摘蕾数也不是整数。但若使高、中肥力地二代期每株损失蕾数分别达 12 个和 6 个, 便可得到期望增产数: 高肥地 41.39 斤, 中肥地 24.69 斤。计算方法是, 例如高肥地, 将 $x=12$ 分别代入表 1 中的方程 2—4、6—8, 求出 6 个 y 值, 取这些 y 值的平均数。3 年中, 摘蕾处理每斤皮棉售价最低为 2.130 元, 最高为 2.839 元, 让我们取下限 2.130 元, 算得高肥地摘 12 蕾、中肥地摘 6 蕾期望增加产值分别为 88.15 和 52.59 元。考虑到新技术推广时, 每亩增产效益随推广面积增大有所下降, 故一般采用 0.71—0.75 的缩值系数 (牛若峰等, 1982)。让缩值系数为 0.71, 算得大面积推广二代期辅助摘蕾措施后, 每亩产值增加 37.34—62.59 元。

既然在高、中肥力地二代期不为害顶尖时人工摘蕾和幼虫咬蕾均可增产, 那么应当容许二代棉铃虫适度为害, 防治二代的主要目的在于保护顶尖, 使主茎生长点和果枝发生点不受害, 这样施药次数及每次施药量均可减少, 费用约下降 1—2 元。天敌随之增多, 推迟伏蚜用药时间, 减少用药量, 降低防治伏蚜费用 (盛承发等, 1983)。因而减轻农药对环境的污染, 并降低棉籽中残留农药量。

由于二代施药量下降, 存活幼虫增多, 摘蕾时虽可去除其中一部分, 但二代成虫还是要增多的。一部分成虫将增加棉田中的三代卵量, 然而防治三代的一次施药费用也不过是 2.25 元。迁入玉米等作物上的那部分二代成虫, 不增加玉米等作物的防治害虫的费用。因此这二项不利后果是不重要的 (盛承发等, 1983)。

此外, 二代期摘蕾后, 植株对于伏蚜为害的耐力增强, 这将减少防治伏蚜的费用。

总之, 高、中肥力地二代期减少施药并辅以合理的摘蕾将显著提高生态效益和经济效益。若能在华北棉区三分之一棉田推广, 每年增加的收益是十分可观的。

图 3 给出华北棉区二代期人工辅助摘蕾措施的经济生态学效益的定性描述。

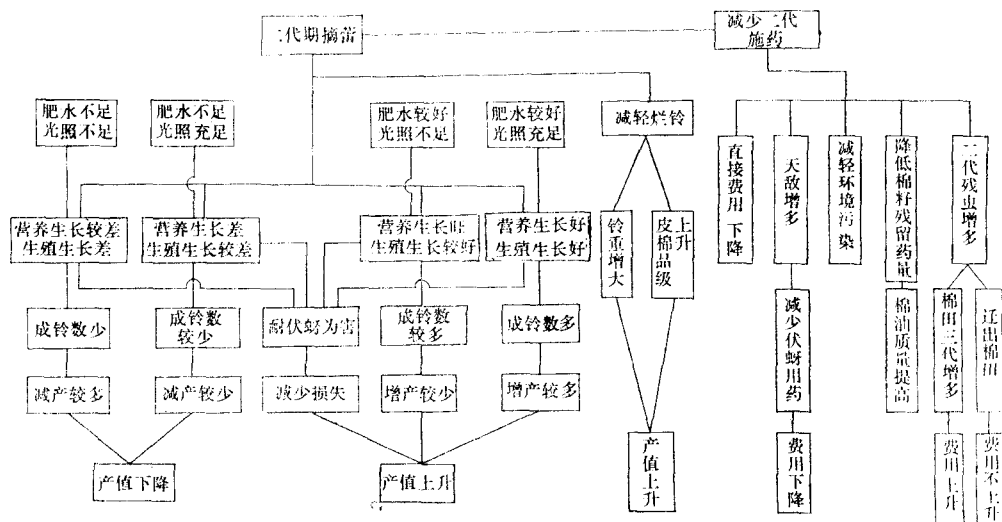


图 3 华北棉区棉铃虫二代期人工辅助摘蕾的经济生态学效益示意图

fig. 3 a schematic diagram of econ-ecological benefits of manual square removal during the second generation bollworm in North China

下面介绍二代期人工摘蕾辅助措施合理应用的基本方法。

这项措施对于低肥地是不适用的。对于高、中肥力地,在保护棉株顶尖不受害的基础上,于6月下旬至7月初,根据棉铃虫实际为害量,通过人工摘蕾,使每株总损失蕾数(等于自然为害蕾数与人工摘蕾数之和)达2—10个。在2—10个范围内,随地块肥力水平上升增加总损失蕾数。大致数字是皮棉亩产(接近3年平均计)80—100斤,总损失蕾数2—4个;产量110—140斤,总损失蕾数5—7个;150斤以上产量,总损失蕾数8—10个。摘蕾时,先摘植株最下部蕾,再摘少量中部蕾,在总损失蕾数的限制下,不必摘上部蕾。

试验表明,摘蕾后按常规方法管理便可增产,若酌情结合其他措施,增产幅度则更大。可能结合的措施是:

- (1) 比起常规施肥量,摘蕾株追肥量可增加纯氮5—10斤/亩,开花后重施;
- (2) 7月下旬至8月中旬遇旱浇水;
- (3) 7月份多阴雨时喷矮壮素,每亩用40%水剂1—3毫升,分两次喷,对象是高肥田;
- (4) 适当推迟打顶时间,河北省中南部肥力较好地块约于7月20日;
- (5) 去除无效棉蕾最迟可于8月下旬进行;
- (6) 适当推迟使用乙烯利的时间,约于初霜前15天。

如果二代发生较重且防治失误,造成了顶尖为害时,则不要在这些植株上摘蕾。应通过合理整枝即保留最壮的1、2个叶枝,加强肥水管理,以减少产量损失。如果顶尖未受害,但被害蕾数超过上述总损失蕾数时,应注意增加追肥,减少不利影响,增加有益效应。

推广该项措施时,首先宜于肥、水条件良好的早发棉田进行。

三、讨 论

经济生态学原则是工农业生产应遵循的原则(马世骏,1983)。植物保护工作必须兼顾生态效益和经济效益,综合考虑这两种效益是评价农业害虫控制措施的依据。

棉田是以棉花作物为中心的生态系统,棉田管理涉及许多社会经济因素,棉铃虫控制系统是复杂的社会-经济-自然生态系统。经验表明,复杂系统往往对少数关键因子敏感。本文说明华北棉区棉铃虫控制系统对二代期人工摘蕾这一辅助措施十分敏感,这一措施不仅可以改变控制棉铃虫的决策,而且可能对棉花生产系统产生重要影响。

摘蕾模拟为害早在半个多世纪前就用于研究棉铃象虫的为害,后来用于研究棉铃虫为害并得到一些有意义的结果,但未能搞清摘蕾后产量增减的原因,因而此方法在棉铃虫为害性研究中未能得到应有的应用,更未能进一步利用该项措施的增益效能。

高、中肥力地容许二代棉铃虫适度为害并辅以合理摘蕾,其经济生态学效益的大小在不同程度上受地区、年份、品种等因素的影响。例如光照充足、初霜期晚的年份,这一效益将增大。

从生产者的角度来说,解决一项新技术的应用问题更具直接意义。本文介绍的应用方法,尚需根据各地不同的自然条件及经济技术条件作出修改和补充。

本文报道的只是一个初步结果,进一步的工作正在进行,希望能够更接近实际地描述并实现这一技术的经济生态学效益。

参 考 文 献

- 马世骏 1983 经济生态学原则在工农业建设中的应用。农业经济问题 1983 (1): 3—5。
- 牛若峰、何桂庭 1982 农业科学研究经济效益的测定方法初探。中国农业科学 1982 (3): 89—94。
- 四川省农业厅棉花试验站栽培研究室 1963 棉花高产技术中的几个生理问题。1963年棉花学术讨论会论文选集, 第181—188页。中国农学会编, 农业出版社。
- 汤玉玮、郑泽荣等 1964 棉花蕾铃脱落生理。第197—244页。上海科学技术出版社。
- 郑泽荣、倪晋山等 1980 棉花生理。第54—69页。科学出版社。
- 盛承发、丁岩钦等 1981 华北棉区药剂防治二代棉铃虫经济生态学效益分析。生态学报3 (1): 35—46。
- Dunnam, E.W. *et al.* 1943 Effect of the removal of squares on yield of upland cotton. *J. Econ. Entomol.* 35: 896—900.
- Eaton, F.M. 1931 Early defoliation as a method of increasing cotton yields and relationship of fruitfulness to fiber and boll characters. *J. Agr. Res.* 42 (8): 447—462.
- Kincade, R.T. *et al.* 1970 Effect on cotton yield of various levels of simulated *Heliothis* damage to squares and bolls. *J. Econ. Entomol.* 63: 613—615.
- Morton, N. 1979 Time related factors in *Heliothis* control on cotton. *Pesticide Science* 10 (3): 254—270.
- Wilson, A.G.L. *et al.* 1972 Pests, crop damage and control practices with irrigated cotton in a tropical environment. *Cotton Grow. Rev.* (1972) 49: 308—340.

ECON-ECOLOGICAL BENEFIT OF MANUAL REMOVAL OF SQUARES DURING THE 2ND GENERATION COTTON BOLLWORM (*HELIOTHIS ARMIGERA*)

Sheng Chengfa Ma Shijun

(Institute of Zoology, Academia Sinica)

Manual removal of cotton (*Gossypium hirsutum*) squares as a simulated damage method has been adopted for more than a half century, and many of useful results have been obtained. Effects of removing squares at the early stage on cotton yield were variable. The reasons for the highly variable nature of the yield data have been poorly understood so that further utilization of the square removal method was limited.

To reveal why there were the highly variable yield data and to try to obtain the possible benefit from the early rational removal measure to control the 2nd generation cotton bollworm, a large number of experiments were conducted in North China from 1980—1982, in order to determine effects of squares removal and of the pest damage to the crop under various conditions on cotton yield and quality during the 2nd generation (late in June to early in July). The results show that yields increased when the simulated and natural damage to squares but not to the plant terminals occurred in the rich or medium soil,

and yields decreased when the damage occurred in the poor soil. The differences of the results between cotton varieties and between years were less important. The damage had little effect on lint quality.

There will be, therefore, an increase in cotton yield, a decrease in the cost of controlling the 2nd generation bollworm, an increase in the natural enemies, a decrease in the cost of controlling the midsummer aphid (*Aphis gossypii*), and thereby, an increase in the net return if the method of early rational removal of squares is utilized in the field with a high or medium level of fertility.

The paper gives an estimate of the econ-ecological benefit of early rational square removal and an introduction of this method to the growers.