

利用电离辐射导致雄虫不育 防治玉米螟的可能性*

张和琴 周宗俊 楼洪章 叶艳玲 陈明治

(中国农业科学院原子能利用研究所)

本文总结了 1961—1964 年四年的实验材料。对利用电离辐射导致玉米螟雌、雄虫不育,进行了较为系统、全面的研究工作。文章简述了照射条件、实验方法、不育剂量、照射蛹期、不育雄虫精子受精竞争能力、射线对玉米螟后裔的影响以及田间纱笼内不育雄虫释放效果等问题,并对所得结果进行了讨论。对如何认识昆虫不育效应这个问题,也提出了自己的一些看法和意见。

一、引言

利用电离辐射导致雄性不育防治害虫的研究,只有十几年的历史,与其他防治法比较起来,还是一种新的探索,但是其发展速度是很快的。到目前为止,已有十多个国家的昆虫学者,对数十种害虫(包括部分卫生昆虫)进行了广泛的研究。从已经公开报导的材料来看,已有三个比较成功的实例。如利用这种方法消除严重为害家畜的螺旋蝇(*Callitroga hominivorax*)已获得成功^[1-3];在面积 33 余平方英里的洛达(Rota)岛上,经过三个月连续释放(1962 年 9—12 月)不育的瓜实蝇(*Dacus cucurbitae*)后,效果相当显著,据说,该虫在洛达岛上已经绝迹;地中海果蝇(*Ceratitis capitata*)在大田释放后,亦获得了局部成功^[5]。

本工作试图探索用射线不育法防治玉米螟的可能性,同时希望以该虫为对象,系统地了解射线防治害虫的试验研究方法,总结经验,为研究消除其他害虫提供参考依据。

二、试验方法

所采用的 X 射线的剂量率为 245 伦/分和 417 伦/分, Co^{60} γ 射线的剂量率为 105—138 伦/分。照射时将已知龄期的蛹单层放在特制的布袋内。

受照射雄蛹羽化的成虫与同天羽化的未受照射的雌蛾配对,或将受照射雌蛹羽化的成虫与同天羽化的未受照射的雄蛾配对,以未经照射的雌、雄蛾配对作为对照。每日晚 10 时至次日早 6 时不断观察交尾、产卵情况。发现受照射的雄蛾交尾后,及时换入新的雌蛾;发现受照射的雌蛾交尾后,亦立刻换上新的雄蛾。产卵后的次日,截取卵块,按每只雌虫产的卵块分别日期置于培养皿内。观察卵块露黑头的起、止和延续时间,孵化的起、止和延续时间等,成虫寿命每天检查一次。

用 10000, 25000, 35000 伦射线照射雄蛹,获得的子代幼虫,单个饲养在指形管内。将饲养成的子代雌、雄成虫分别配上正常的雄、雌成虫,检查产卵数、孵化数等。另设一未处理的为对照。

纱笼释放实验于 1963 年和 1964 年各进行一次。

* 黄新治、苏秀才两同志参加了部分实验工作。

在 1963 年实验中,释放用的铁纱笼长 1.8 米、宽 0.9 米、高 2.2 米,笼内种玉米 6 株,分两个处理。(1)对照组:每个笼内放入正常雌、雄蛾各 20 只;(2)不育组:每个笼内放入受照射雄蛾及正常雌蛾各 20 只。实验重复两次。

在 1964 年的实验中,释放用的纱笼高 2.8 米,罩地面积 16 米²,每只笼内种玉米 30 株,分三种释放处理。(1)对照组:每个笼内放进正常雌、雄蛾各 30 只;(2)1:1 组:每个笼内放进正常雌、雄蛾各 30 只,受照射雌、雄蛾各 30 只;(3)1:5 组:每个笼内放进正常雌、雄蛾各 30 只,受照射雌、雄蛾各 150 只。实验重复两次。

三、结果与分析

1. 玉米螟的交尾习性

据欧卡尼^[6]等的报告,玉米螟一般在傍晚或稍后的时间内进行交尾,玉米螟一生可交尾多次,一只雄虫可与三只以上的雌虫交尾。

四年来,作者系统、连续地观察了玉米螟的交尾活动情况,交尾时间有详细记载的 873 对虫蛾中,98.5% 以上的交尾时间都在夜间零点到早晨六点范围内,只有 1.5% 是在夜间 12 时前和早 6 时后进行的。雄蛾性活动强烈,雌蛾表现迟缓,在很多情况下,雄蛾因得不到雌蛾的配合而交尾不成。一只雄蛾一生可交尾 8 次;交尾 2, 3, 4 次的约为前一次交尾虫数的 50% 左右。雌蛾未见到有 3 次交尾的,2 次交尾的只有 7.3%。

2. 引起玉米螟雌、雄虫的不育剂量

用 25000 伦 γ 射线照射玉米螟雄蛹,羽化正常的雄蛾和未照射的雌蛾交尾后,产下的卵的孵化率比对照的降低了 86% 以上。经 40000 伦照射的,能孵出幼虫的卵不到 2% (见表 1)。

表 1 不同剂量的 γ 射线照射雄蛹后对卵孵化的影响

照射剂量,伦	交尾对数	产卵虫数	产卵总数,粒	孵化率,%
对照	250	250	104599	89.90
10000	14	14	4926	62.80
25000	42	42	14766	12.42
40000	143	143	52189	1.02
45000	31	28	9074	0.00
50000	19	19	8862	0.08
60000	10	8	2501	0.00
70000	3	1	505	0.00

在通常情况下,随着照射剂量的加大,不育效果也愈明显。

不少研究工作者认为,γ 射线和 X 射线在生物学上的效果是相同的^[2,7-9]。从导致玉米螟不育的效果来看,两种射线的作用亦是近于一致的(见图 1)。

玉米螟雌性生殖细胞比雄性生殖细胞具有更大的辐射敏感性。在本实验中,用 25000 伦 X 射线照射后的 7 对交尾雌虫中,无一只产卵。40000 伦 γ 射线足以使雌虫完全绝育,而且无

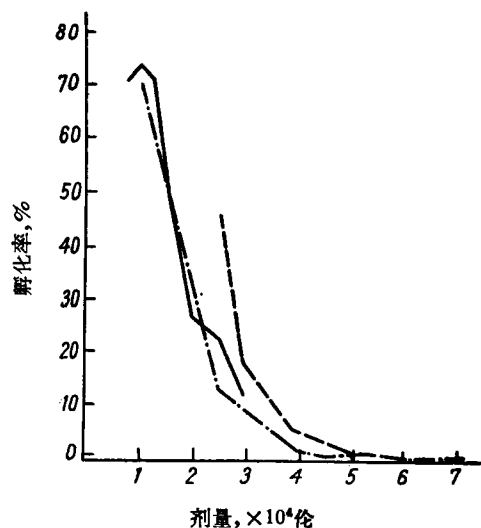


图 1 不同剂量的 γ 射线和 X 射线对卵孵化的影响
—为 X 射线; ---为 γ 射线, 1962 年;
-·-为 γ 射线, 1963 年。

驗是經多大剂量(15000—50000 伦)照射的雌虫,产卵量都显著地比对照少(表2)。普罗勒布斯(Prorcrbs)等在用射线絕育法控制苹果尖頂蛾的研究中发现:电离辐射杀死雌蛹比杀死雄蛹更迅速,25000 拉特即可使它們产的卵99%以上成为不育卵,而欲使雄虫达到相应的效果,則剂量需在40000 拉特以上^[1]。

表2 不同剂量的 γ 射线和X射线照射雌蛹对产卵和孵化的影响

射线种类	剂量, 伦	交尾对数	产卵虫数	平均产卵数	平均孵化率, %
X 射线	对 照	47	47	426	99.62
	15000	6	3	98	0
	20000	4	2	122	0.35
	25000	7	0	0	0
	30000	4	2	12	0
γ 射线	对 照	250	250	418	99.90
	25000	24	22	164	0.16
	40000	42	34	117	0
	50000	4	4	118	0

3. 照射蛹的最适宜时期

1961年作者用15000 伦X射线照射蛹龄不到24个小时的玉米螟雄蛹12只,未見一只成虫能脫开蛹壳;照射蛹龄为2天的雄蛹,发现有少数能正常羽化;而用同样剂量的射线照射蛹龄为4天的雄蛹,則絕大多数成虫都能正常羽化。又据巴克西蒂(Baccetti)报导:用12000 伦 γ 射线照射第12天的橄欖实蝇蛹,沒有影响成虫的生活力;用7000—12000 伦的 γ 射线照射第8天的蛹,发现有20—60%的成虫不正常;而用2000 伦的 γ 射线照射第4天的蛹,結果受照射的蛹全部死亡^[3]。表3数据表明:40000 伦 γ 射线照射羽化前1—3天的雄蛹,对成虫羽化、交尾等均无显著影响。剂量提高到45000, 50000, 60000, 70000 伦时,照射羽化前1—2天的雄蛹,成虫仍然能够正常羽化,只是交尾活动受到较大影响。以上材料充分說明,射线对玉米螟生活能力的影响,非但与照射剂量的大小有关,而且与照射那个龄期的蛹有着更为密切的关系。

射线对玉米螟成虫寿命影响的大小,因照射剂量大小而异。40000 伦射线照射雄蛹,对成

表3 不同剂量射线照射不同蛹龄的雄蛹对成虫羽化、交尾的影响

照射剂量, 伦	处理时期 (羽化前)	处理头数	羽化率, %	配 对 数	交尾率, %
对 照		770	90.90	243	64.19
25000	1—2 天	51	98.04	47	51.27
40000	1—2 天	240	90.41	188	56.91
45000	1—2 天	108	93.51	49	40.81
50000	1—2 天	65	98.46	44	38.38
	3—4 天	75	60.00	23	4.60
60000	1—2 天	63	88.88	60	15.00
	3—4 天	87	19.54	—	—
70000	1—2 天	25	92.00	20	10.00
	3—4 天	28	3.57	—	—

虫寿命没有明显影响;如以同样剂量的射线照射雌蛹,成虫寿命反而有所延长。45000 伦以上剂量的射线照射雄蛹,成虫寿命显著缩短。在羽化交尾方面,射线对雌、雄蛹的效应基本一致。用 40000 伦 γ 射线照射羽化前 1—3 天的雌蛹,可以保持成虫的正常羽化和交尾活动。

综上所述,应用 40000 伦 γ 射线在蛹后期(羽化前 1—3 天)处理蛹,无论对雄蛹还是雌蛹都比较适宜(见表 4)。

表 4 40000 伦 γ 射线照射玉米螟雌、雄蛹对羽化、交尾、寿命、卵孵化的影响

照射剂量,伦	性 别	处理虫数	正常羽化,%	配对数	交尾率,%	孵化率,%	寿命,天
对 照 40000	雄	621	88.56	150	62.66	89.90	8.54±3.5
		240	90.41	188	56.91	1.02	8.10±3.1
对 照 40000	雌	1762	89.14	136	56.80	89.90	6.75±3.2
		54	90.74	61	63.93	0	7.19±3.0

4. 不育雄虫精子的受精竞争能力

不育雄虫精子的受精竞争能力如何,可从表 5 看到。雌虫先与处理雄虫交尾,产下的卵是非孕卵,如再同正常雄虫交尾,以后产下的卵又都是正常卵。同样,如果雌虫先与正常雄虫交尾,产下的卵是正常的,但再同处理的雄虫交尾,以后产下的卵又全为非孕卵。一般情况,一只雌虫交尾后,受精卵需 5—6 天或更长时间才产完。因此一只雌虫当日清晨同正常雄虫交尾,同日晚間产下的卵是正常的,如及时又同处理雄虫交尾,则这只雌虫以后各天产下的卵都是非孕卵。根据上述情况,作者认为,玉米螟在射线作用下,并未降低精子与卵的结合能力。和雌虫第一次交尾的雄虫,如是正常的,产下的也将是正常的,如是受照射的,产下的卵则是非孕卵。同样,雌虫第二次交尾因雄虫对象不同,就决定了它产的卵是正常的或是不正常的。

表 5 处理雄虫和正常雄虫先后与同一雌虫交尾,雌虫所产卵的孵化情况

交 尾 次 序	产卵数,粒	孵化数,粒	孵化率,%	备 注
先 ♂*	791	0	0.00	6 只雌虫产卵总计
后 ♂	2479	2359	93.85	
先 ♂	1689	1503	97.00	6 只雌虫产卵总计
后 ♂*	860	70	1.05	

* 处理雄虫。

上述结果与瓜实蝇的实验结果有较大的不同。据斯坦纳(Steiner)^[12]等的研究,瓜实蝇的雌虫通常与受照射的雄虫交尾 2—3 次之后,如再同正常雄虫交尾,就不可能受精了。

5. 射线对玉米螟后裔的效应

用 γ 射线照射雄蛹,羽化出的虫蛾与正常雌蛾交尾后,受精卵胚胎发育不正常,卵露黑头的时间和孵化时间都比对照延长了很多。对照卵期(从产卵开始到孵出幼虫)平均 4 天,30000 伦处理的,卵期延长到 6 天。

用 25000 伦射线处理的玉米螟,子代幼虫在饲养过程中死亡率比对照显著增加,特别是饲养前期。从养到第 5 天和第 10 天两次检查结果来看,经照射的,其子代幼虫死亡率分别比对照大 1 倍到 1 倍以上(表 6)。

表 6 25000 伦 γ 射线对玉米螟子代幼虫死亡率的影响

照射剂量, 伦	饲养虫数	饲养 5 天死亡, %	饲养 10 天死亡, %	饲养 25 天后死亡, %
对 照	1043	15.0	29.4	65.5
25000 伦	1312	37.5	58.3	84.6

射线对子代幼虫的生长发育亦有很大影响。子代幼虫在饲养到第 11 天, 从体长、体重的测定结果看到, 经 25000 伦照射的, 其子代个体的平均重量仅为对照的 40%, 平均体长约短 4 毫米(表 7)。

表 7 γ 射线照射的子代幼虫饲养至 11 天时的生长发育情况

实验重复	照射剂量, 伦	测定虫数	平均体重, 毫克	平均体长, 毫米	备 注
I	对 照	59	50.6±20.7	16.3±3.1	饲料为豌豆
	10000	59	34.6±15.0	14.8±3.2	饲料为豌豆
	25000	59	20.7±19.8	11.4±4.4	饲料为豌豆
II	对 照	52	72.2	18.2±3.3	饲料为菜豆
	10000	60	63.8	17.3±2.6	饲料为菜豆
	25000	35	46.2	14.7±3.3	饲料为菜豆

射线不但引起子代死亡率增大、生长发育迟缓, 而且使化蛹率降低。经 25000 伦和 30000 伦射线处理后的子代, 化蛹率都约为对照的三分之一左右, 而且雌雄性比亦发生了很大变化。对照的雌雄性比接近 1:1; 25000 伦照射的, 其子代雌雄性比为 1:3; 35000 伦照射的, 其子代雌雄性比为 1:4.7, 雄虫比例显著增大(表 8)。

表 8 γ 射线对玉米螟子代雌雄性比和化蛹率的影响

处理剂量, 伦	饲养虫数	化 蛹 数		雌雄性比	化蛹率, %
		♀	♂		
对 照	3237	560	598	1:1.07	32.3
25000	1312	23	73	1:3.17	7.3
35000	1036	19	90	1:4.73	10.5

射线对子代的辐射效应比当代还要明显。经 25000 伦射线照射的雄蛹, 当代卵的孵化率为对照的 24.5%, 延续到子代, 卵的孵化率仅为对照的 0.93%。尤其是子代雄虫, 在交尾的 13 对虫中, 有 11 对产下的卵全是非孕卵, 只有 2 对产下的卵分别孵化了 1 粒和 3 粒, 平均孵化率只有对照的 0.03%, 基本上达到了绝育的目的(见表 9)。

表 9 从卵孵化率比较 γ 射线对玉米螟当代和子代的辐射效应

照射剂量, 伦	产卵虫数	总 卵 数	孵化率, %
对照(当代)	13	5363	92.80
对照(子代)	13	5297	95.60
25000(当代)	13	3407	22.78
25000(子代)	20	3748	0.89*

* 综合雌雄结果。

6. 纱笼内不育雄虫释放的效果

1963 年试验结果如下:

在对照組查到卵块 46 块,卵全部孵化;在处理組共查到卵块 91 块,孵化率只有 2.2%。处理組卵块比对照組卵块多,初步說明玉米螟虽經射綫处理,但交尾活动未見衰退。从释放后第 10 天和第 20 天的两次检查結果看出: 处理組無論幼虫数还是虫孔数,都明显地小于对照組(表 10)。

表 10 释放不育雄虫后的效果

照射剂量,伦	释放虫数		卵块数	孵化率, %	玉米生长期调查结果		玉米收获后调查结果			
	♀	♂			释放10天后幼虫数	释放20天后幼虫数	虫孔数	幼虫数	蛹	蛾
对 照	40	40	46	100	423	204	264	187	2	25
40000	40*	40	91	2.2	18	11	37	25	0	0

* 雌虫是正常的。

从图 2 清楚看到: 对照組由于玉米螟严重为害,玉米生长不良,全部植株皆未长棒子,杆上遍布虫孔和虫粪,秆多断折。經 40000 伦射綫处理后,玉米生长旺盛,每株都长了玉米棒,虫孔、虫粪少見。

1964 年实验結果如下:

各不同处理的籠内,都只在越冬代释放一次。第一代卵出現的数量,对照組为 29 块、1211 粒,1:1 組为 44 块、2266 粒,1:5 組为 165 块、6421 粒(表 11)。每組处理,随着释放不育蛾子的数目成比例地增加,产卵量也成比例地增多。受照射的蛾子在自然环境下,交尾能力亦未見到有減弱現象。虽然处理組卵块数、卵粒数按释放比例增加,但孵出的幼虫数量却显著減少,这就有效地抑制了第一代虫数。以查获的蛹数为第一代成虫数量,对照組为 54 个,1:1 組为 4 个,1:5 組为 8 个,因此大大控制了第二代的虫数。从第二代卵的数量上,也有力地說明了这一点。对照組有 150 块卵、6630 粒,孵出幼虫 6144 头;1:1 組沒有查到卵块;1:5 組仅有 2 块卵、共 82 粒,孵出幼虫 57 头。玉米收获后,經剖检玉米秆和棒子得知,对照組存活虫数为 832 头,1:1 組为 30 头,1:5 組仅存活 19 头。由此可見,虽然只通过越冬代一次释放,却在很大程度上起到了压低各代虫数的作用。

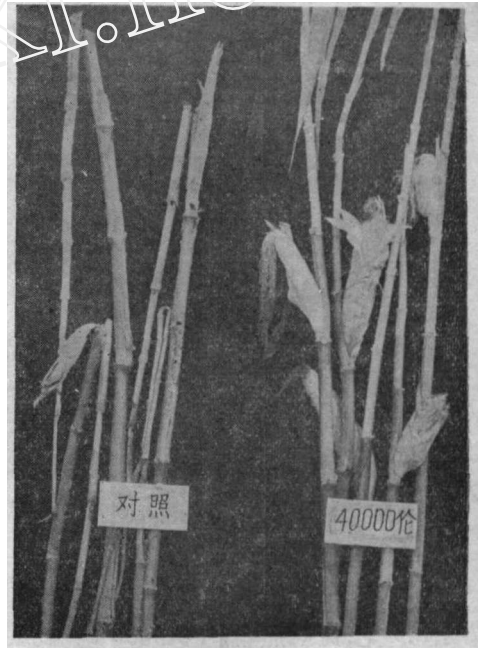


图 2 纱笼内不育雄虫释放結果
此图是去掉玉米叶片后拍摄的。

表 11 各处理之间虫数的消长情况

处 理	释 放 虫 数				第 一 代				第 二 代			收获后查 得活虫数
	正 常		不 育		卵块数	卵粒数	孵化幼 虫数	出现 蛾数	卵块数	卵粒数	孵出幼 虫数	
	雌	雄	雌	雄								
对 照 組	60	60	0	0	29	1211	1070	53	150	6630	6114	832
1:1 組	60	60	60	60	44	2226	97	4	—	—	—	30
1:5 組	60	60	300	300	165	6421	204	8	2	82	57	19

随着不同处理组虫的数量不同,玉米受害程度也有显著差异(表12)。

表12 各处理组玉米植株受害情况

处 理	心 叶 期		孕 穗 抽 穗 期	
	被害叶片数	叶片虫孔数	被害茎秆数	茎秆虫孔数
对 照	267	7935	60	1479
1:1 组	60	415	29	74
1:5 组	60	1348	23	66

无论在心叶期或孕穗抽穗期玉米的受害程度都是对照组最重。如对照组每株平均有虫孔24个之多,受害植株达100%。三个处理组中,以1:5组受害最轻。从表12中我们看到,1:5组心叶期受害情况要比1:1组重。这是由于1:5组被照射雄蛾同正常雌蛾交尾后,产下的不育卵比1:1组多,相应的因为不育卵孵出的幼虫也略多于1:1组(经照射的雄虫与正常雌虫交尾后产下的卵,仍有1—2%能孵出幼虫)。这些被孵出的幼虫,虽对玉米生长有影响,但由于它们的生活力弱,不能顺利地转入心叶,即使能转入心叶的幼虫,前期死亡率亦较大,因此最终无论在存活虫数上或受害轻重程度上,1:5组都比1:1组的效果要好。

不同处理间因虫的数量不同,产量也有显著的差异(图3)。

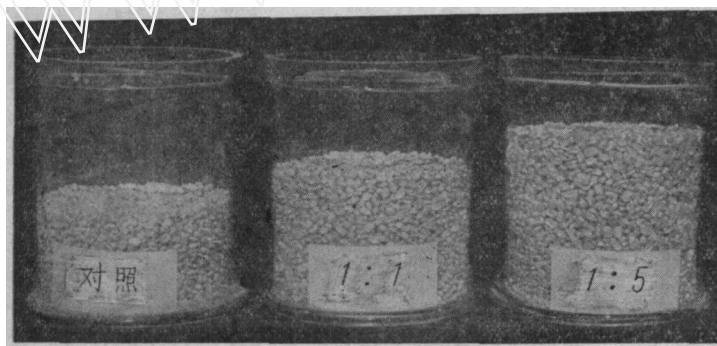


图3 1963年实验中各处理组产量的对比

如将三个处理组的玉米收获量作一次统计,则可明显地看出,无论是60株玉米的总产量,或单株的平均子粒数,或千粒重,1:5组都超过其他组,其中以对照组最差。1:5组总产量为7850.9克,比对照组约多3000克(表13)。

表13 各处理组玉米总产量、平均子粒数和千粒重

处 理	60株玉米总产量,克	平均每株子粒数	每株产量,克	千粒重,克
对 照	4853.7	393	80.9	205.8
1:1 组	6363.0	461	106.1	230.0
1:5 组	7850.9	477	130.4	274.2

四、讨 论

1. 从射线对玉米螟后裔的影响看不育效应

根据我们四年的实验,γ射线不仅能影响当代玉米螟的生育能力,而且可延缓子代幼虫的生长发育,引起子代的种群改变,死亡增加,以致达到完全不育。这种现象随着处理剂量的增大而愈益明显。因此,在利用雄性不育法消灭害虫时,就不能只注意到当代不育效应如何,也

不能仅从当代卵孵化百分率来衡量不育效果。在一般情况下,剂量愈高,不育率也愈大,但过高的剂量往往带来副作用,影响昆虫的羽化、交尾等正常生理活动和缩短昆虫的寿命。而用不影响羽化、交尾等活动的照射剂量,有时又难以导致当代害虫绝育。因此,应该深入探索射线对害虫后裔的辐射效应。从两年来我们连续 4 次用 25000 伦射线处理玉米螟雄虫的结果中发现,射线对子代的损伤远远超过当代,也就是说,当代玉米螟受照射后虽有少数(1—2%)害虫尚能孵化,但它们的生殖细胞已遭到破坏。例如,假定当代玉米螟经 40000 伦 γ 射线照射后,其子代还有 1—2% 生存下去(假设为 10000 头),由于射线对子代生殖细胞的辐射损伤比当代还大,因此这 10000 头害虫在幼虫期虽然还能继续为害作物,但它们已是不育幼虫。待这些丧失生殖能力的幼虫发育为成虫,它们仍保持着强烈的交尾能力。因此,即使这 10000 头不育害虫只有 10% 能和自然界正常虫蛾交尾,也就将减少第三代 40 万头(每只雌虫平均产卵 400 粒以上)玉米螟的为害,因此灭虫效果显然是提高了,而不是降低了。

2. 不育雄虫精子的受精竞争能力

不育雄虫精子竞争功能如何,是一个急需阐明的问题,特别是对雌虫有多次交尾习性的害虫尤为重要。通常认为,精子竞争能力的强弱,主要表现在两个方面:(1)不育雄虫含有的精子数量;(2)不育雄虫的精子在与卵子结合时,能否竞争过正常雄虫的精子。如果二者之一因射线作用受到严重抑制,那么射线不育防虫法的应用就会受到一定程度的限制。从作者对玉米螟的研究结果来看,受照射雄虫的精子竞争能力没有降低,对精子竞争功能的影响不取决于精子是否受到辐射,而是决定于受照射雄虫是先还是后与雌虫交尾。这一新的发现,过去未见报导。作者通过组织切片观察雄虫的生殖系统看到,在蛹后期(蛹龄 4 天以上),精子细胞较多,受照射后精子细胞因辐射损伤,在形态学上的变化是极不明显的。这一结果与同受照射雄虫交尾的雌虫产生的子代卵所表现出的现象是一致的。根据对卵胚胎发育的观察,与受照射雄虫交尾的雌虫所产生的子代卵,近于 100% 都是受精卵,但全是不孕卵。精子竞争能力因交尾先后次序而定,这可能同玉米螟的受精形式有关。玉米螟雄虫是以精珠形式进行受精的,因此推测,凡以精珠形式受精的昆虫,精子竞争能力亦可能取决于交尾的先后次序。

3. 从纱笼内释放不育雄虫得到的结果看射线不育法防治玉米螟的可能性

通过释放不育性玉米螟,使之与自然界种群相竞争,大大减少了玉米螟虫,而且对提高玉米产量有明显的效果。在释放不育雄虫多的笼内,虽产卵数量多,但因为孵化率低,后裔的生殖力衰退,经过两代之后,最终结果还是释放不育虫数多的笼内的虫少,玉米受害轻,产量高。但是这些实验还多限于实验室内,虽有少部分是在大田做的,但因试验面积小,人为控制比较容易,得出的结论肯定与大自然的客观规律有一定距离。因此,这种方法在农业生产上应用之前,必需通过一次中间试验,才能肯定其实效和应用价值。

4. 释放用虫源

虫源关系到射线不育除虫法实际应用的前途。通过几年来的实践、调查,作者认为,解决虫源的问题可以采用:“养”和“采”相结合的方法。为此,应当积极探索玉米螟的饲养规律和方法,同时,还应组织力量,结合玉米螟越冬防治采集幼虫。这样,虫源的问题就有可能解决了。

五、小 结

1. 玉米螟雄虫一生最多可交尾 8 次,交尾 2, 3, 4 次的约占上一次交尾虫数的一半左右。

雌虫一般只交尾一次,少数交尾2次(7.3%),未见到有3次交尾的。玉米螟交尾时间多在清晨凉爽之际。

2. 玉米螟羽化前1—3天为适宜的蛹期照射时期,过早照射,成虫羽化不正常的增多,交尾能力下降。

3. γ 射线和X射线的辐射效应基本一致。在导致玉米螟雌、雄虫不育效果上,随着剂量增高,不育现象明显。40000伦 γ 射线可使98%以上的卵不孵化,而不影响玉米螟的正常生理活动。50000伦以上的照射剂量不宜应用,它严重影响成虫的交尾活动。

4. 玉米螟雌虫的生殖细胞对射线具有更大的辐射敏感性。40000伦射线能使雌虫完全绝育,而且是不可逆的。

5. 40000伦处理的雄虫,精子竞争能力没有降低,经两次交尾的正常雌虫,产下的卵不育,决定于第二次交尾的对象。同正常雄虫交尾产下的卵是可育的,同处理雄虫交尾后产下的卵是非孕卵。

6. 25000伦射线能引起子代幼虫生长发育迟缓,死亡率增加,化蛹数减少,性比例改变(雄虫增多),并且导致子代绝育。

7. 纱笼内释放不育雄虫得到的数据和实验室研究的结果是一致的。

参 考 文 献

- [1] R. C. Bushland, *Adv. in Vet. Sci.*, 6, 1—8 (1960).
- [2] R. C. Bushland, *Adv. Pest Control Res.*, 3, 1—25 (1960).
- [3] E. F. Knipling, *J. Econ. Ent.*, 53, 415—420 (1960).
- [4] Male-Sterile Technique Wipes out Costly Pest on Pacific Island of Rota, *Agricultural Research*, No. 8, 5 (1963).
- [5] L. F. 斯坦尼尔等, 同位素应用译丛, 第3期, 35—39 (1963).
- [6] W. C. 欧卡尼等, 玉米螟, 99—140页, 科技卫生出版社, 1958.
- [7] M. M. Cole et al., *J. Econ. Ent.*, 52, No. 3, 448—450 (1959).
- [8] F. B. E. Darden, et al., *Nucleonics*, 12, No. 10, 60—62 (1954).
- [9] A. N. Davis et al., *J. Econ. Ent.*, 52, No. 5, 868—870 (1959).
- [10] M. D. Priverbs, *Nature*, 194, 1297 (1962).
- [11] B. Baccetti et al., *Nuntius Radiol.*, 27, July, 600—603 (1961).
- [12] L. F. Steiner et al., *Intern. J. Appl. Radiation & Isotopes*, 13, July/August, 427—437 (1962).

(编辑部收稿日期1965年2月16日)

