

低剂量电离辐射辐照柞蚕卵的增产作用*

赵 光

张敬轩

刘振山

(河南省科学院同位素研究所) (河南省蚕业试验场) (南召县林蚕局)

低照射量 ^{137}Cs 和 ^{60}Co - γ 射线辐照柞蚕卵,同生产上已推广的Ra-Be中子源辐照一样,有显著增产作用,三者增产幅度为11.3~14.0%。以Am-Be中子源辐照,亦增产显著达13.7%,分析两种中子源辐照时其中子与 γ 射线的贡献,认为两种电离辐射均具增产作用。

利用Ra-Be中子源辐照柞蚕卵刺激增产的研究,沈阳农学院于1964年即已开始,1971年在饲养二化性柞蚕的辽宁省推广^[1],随后迅即在我国饲养二化性和一化性柞蚕的主要省份作了试验和推广,河南即为推广面积较大的省份之一,对促进柞蚕生产起到了良好作用^[1]。但Ra-Be中子源装置笨重,防护复杂,易污染环境,普及困难。为寻找便于推广的辐射源,开展了 γ 射线辐照柞蚕卵增产试验^[2],为了分析中子和 γ 射线的增产作用,使用 ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、Am-Be和Ra-Be辐射源照射的柞蚕卵进行了研究。在1975~1977年中,共做了188人次的放养试验,均以一化性柞蚕品种“三三”母种或原种无毒卵为材料。

当前,在河南柞蚕生产中,利用 ^{137}Cs 与 ^{60}Co - γ 源,Am-Be中子源,连同原有的Ra-Be中子源辐照柞蚕卵,已作为一项重要的增产技术措施。1978年辐照卵量即猛增至总放养量的53.8%,在柞蚕茧的稳产高产中发挥着重要作用。本文报道了1975~1977年试验的主要结果。

一 小区试验

1. 柞蚕卵对射线的敏感性 为了解柞蚕卵对 γ 射线的敏感性,于胚子发育至附属肢发生期,用不同辐照量的 ^{60}Co - γ 射线进行照射,每处理300粒,重复三次。待卵充分孵化后,统计孵化率(表1)。试验结果表明,柞蚕卵胚子发育至附属肢发生期,经5R以下低辐照量 γ 射线处理,对孵化率无明显影响,高于1000R者,其孵化率随辐照量增加而递减。

表1 ^{60}Co - γ 射线辐照柞蚕卵对孵化率的影响

(河南省蚕业试验场 1975年)

辐照量(R)	0	0.1	1	5	1000	1500	2000	2500	3000
孵化率(%)	97.7	95.7	96.3	97.0	93.3	87.0	16.3	0.74	0.36

进一步研究了柞蚕卵胚子不同发育时期对 γ 射线的敏感性。在22°C下保卵和孵化卵,每

* 本项研究为河南省辐射柞蚕卵增产试验协作组完成,共27个单位参加。

处理 500 粒, 重复三次。从表 2 可知, 柞蚕卵的辐射抗性随卵龄的增长而递增。反转期(第 5 天)以后各期胚子, 虽经 3000 R 高辐照量处理, 仍能正常孵化。反转期以前的胚子敏感性较强, 尤以附属肢发生期(第二天)最显著, 其孵化率随辐照量增加而递减。1000 R 以下低辐照量处理, 则无明显影响。这些试验结果与国内外的许多报道相一致^[1,3]。

表 2 ^{60}Co - γ 射线对不同卵龄柞蚕卵孵化率的影响
(河南省蚕业试验场 1976 年)

卵 龄(日次)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
有效积温 ($^{\circ}\text{C}$) [*]	14.5	29.0	43.5	58.0	72.5	87.0	101.5	116.0	130.5	145.0
辐 照 量 (R)	0	99.0	99.0	98.2						
	1	98.6	99.2	98.6	98.6	98.2	99.2	98.2	94.9	98.6
	1000	99.0	98.2	98.8	98.4	99.2	98.8	98.8	95.7	98.8
	1500	97.8	92.3	98.2	97.3	98.6	98.4	98.0	96.5	98.6
	2000	69.3	44.8	91.3	97.6	98.4	98.2	98.6	96.7	98.8
	2500	25.6	44.7	67.5	89.2	98.2	98.6	98.8	95.3	98.4
	3000	11.6	8.1	28.2	79.4	98.6	97.8	98.2	95.1	99.0

* 有效积温以 7.5°C 发育起点温度计。

上述试验结果充分说明, 5 R 以下的低照射量在各发育时期照射柞蚕卵, 对胚子和蚕期发育均无不良影响, 对生产不致引起负作用。但是, 因反转期前敏感性较强, 故在实用上不宜照射过晚。

2. γ 射线辐照柞蚕卵的增产作用 以胚子发育至附属肢发生期的柞蚕卵, 用 ^{60}Co 和

表 3 电离辐射处理柞蚕卵的小区试验结果
(河南省蚕业试验场 1975~1977 年)

辐 射 源	辐 照 量 (R)	孵 化 率 (%)		稚蚕保苗率 (%)		结 茧 率 (%)		虫蛹统一 生命率 (%)		全 茧 量		茧 层 量		茧 层 率 (%)	
		实数	指数	实数	指数	实数	指数	实数	指数	实(克)	指数	实(克)	指数	实数	指数
^{137}Cs	0	96.8	100.0	75.1	100.0	63.4	100.0	98.8	100.0	7.74	100.0	0.86	100.0	11.22	100.0
	0.05	97.7	100.9	79.8	106.3	74.3	117.2	97.5	98.7	7.95	102.7	0.91	105.8	11.44	102.0
	0.1	96.6	99.8	76.0	101.2	70.9	111.8	97.5	98.7	8.07	104.3	0.91	105.8	11.24	100.2
	0.5	97.3	100.5	83.7	111.5	78.5	123.8	98.8	100.0	8.07	104.3	0.92	107.0	11.42	101.8
	1	96.9	100.1	77.6	103.3	70.4	111.0	98.0	99.2	7.93	102.5	0.89	103.5	11.33	101.0
	5	97.4	100.6	71.7	95.5	67.4	106.3	98.3	99.5	7.91	102.2	0.87	101.2	11.08	98.2
Ra-Be	10**	97.2	100.4	75.8	100.9	71.6	112.9	97.7	98.9	7.85	101.4	0.87	101.2	11.22	100.0
^{60}Co	0	97.4	100.0	69.7	100.0	60.1	100.0	99.2	100.0	7.56	100.0	0.85	100.0	11.31	100.0
	0.05	97.6	100.2	73.4	105.3	63.8	106.2	98.7	99.5	7.81	103.3	0.89	104.7	11.36	100.4
	0.1	96.5	99.1	70.9	101.7	63.4	105.5	98.4	99.2	7.68	101.6	0.87	102.4	11.47	101.4
	0.5	97.4	100.0	77.0	110.5	68.1	113.3	97.3	98.1	7.83	103.6	0.88	103.5	11.16	98.7
	1	96.1	98.7	71.6	102.7	69.3	115.3	95.5	95.3	7.95	105.2	0.89	104.7	11.29	99.8
	5	97.2	99.8	77.6	111.3	69.9	116.3	98.7	99.5	7.88	104.2	0.87	102.4	11.30	99.9

* 单位为中子/ cm^2 。

^{137}Cs 源辐照 0.05、0.1、0.5、1 和 5 R, Ra-Be 源照以 10^4 中子/cm² (刺激注量为 $10^3\sim 10^5$ 中子/cm²) 与不处理为对照。每处理收蚁蚕 300 头, 重复三次。从三年平均结果看 (表 3), γ 射线与 Ra-Be 中子源辐照一样, 孵化率、生命率和对照相近, 茧质各项指标似有提高趋势, 但差异不显著; 其主要优点是抗逆力增强, 稚茧保苗率高, 因而结茧率较对照高 5~23%。各种源所用各辐照量结茧率的平均增产幅度, ^{137}Cs 源为 14.0%, ^{60}Co 源为 11.3%, Ra-Be 源为 12.9%。对历年全部试验区的结茧率进行变量分析, t 值测定表明, ^{137}Cs - γ 射线各辐照量处理均较对照增产显著, 其中 0.5 R 增产效果与 Ra-Be 源 10^4 中子/cm² 相比, 亦达显著标准。 ^{60}Co 源辐照处理和 Ra-Be 源比较, 增产幅度无显著差异。

二 中间试验

中间试验的设区较大, 每处理卵量为 5 蛾、10 蛾或 50 克, 重复 2~3 次, 分别以 ^{60}Co 和 ^{137}Cs 源辐照 0.05~1 R, 部分试验增设 Ra-Be 源辐照 10^4 中子/cm² 为对照。试验结果表明, 各处理的孵化率、生命率、茧质均无明显差异。表 4 仅列出各单位结茧率的平均成绩。其中 ^{137}Cs 源处理的 31 个试验区中增产的 17 个, 平产的 1 个, 总平均增产 3.9%。 ^{60}Co 源处理的 24 个区中增产的 19 个, 总平均增产 7.4%。Ra-Be 源处理的平均增产 4.6%。三者增产幅度相近。一般以 0.5 R 左右为好。

表 4 中间试验结茧率 (%) 统计表
(南河店、董店、鲁山、信阳蚕场, 龙洞大队)

辐照源 结 束 辐 照 量 (R)		1 9 7 5					1 9 7 6					平 均		
		0.05	0.1	0.5	1	0	0.05	0.1	0.5	1	10**	0	处理	对照
⁶⁰ Co	实 数	58.6	55.1	58.6	59.1	54.7	63.7	67.1	66.0	64.0	63.1	60.3	61.8	57.5
	指 数	107.1	100.7	107.0	108.0	100.0	105.7	111.3	109.5	106.2	104.6	100.0	107.4	100.0
¹³⁷ Cs	实 数	56.6	55.8	57.3	55.8	53.3	54.2	58.7	51.7	51.9		53.1	55.2	53.2
	指 数	106.1	104.7	107.5	104.7	100.0	102.2	110.7	97.4	97.7		100.0	103.9	100.0

* 辐照源为 Ra-Be 中子源, 单位为中子/cm²。

三 生产试验

生产试验于 1975~1977 年根据统一方案进行。分别用 ^{137}Cs 和 ^{60}Co 源辐照, 辐照量为 0.5 R (个别为 1 R)。每人或每组放养处理与对照各一区, 每区卵量一般为 200、250 或 500 克。统计 11 个单位三年的试验成绩, 并通过生物统计分析观察其差异显著性。结果表明, ^{137}Cs - γ 射线辐照的 22 组对比试验中 15 个增产, 总平均增产 6.1%。 ^{60}Co - γ 射线辐照的 29 组对比试验中 26 个增产, 总平均增产 17.3%。 t 值测定结果同小区试验一样, 表明 ^{137}Cs 和 ^{60}Co 源辐照柞蚕卵增产效果显著。

四 中子辐照柞蚕卵的增产作用

为了比较观察中子辐照柞蚕卵的增产作用,我们于1976与1977年用 γ 射线较弱的Am-Be中子源进行了研究。小区试验(卵量为400粒)结果表明(表5), $10^4 \sim 10^8$ 中子/cm²辐照者均有不同程度的增产作用。其中以 10^6 中子/cm²幅度最大,平均为14.8%。在1977年的生产试验中(表6),用了 10^4 、 10^5 、 10^6 中子/cm²三个注量。每人放养处理和对照各一区。每区卵量为200或250克。在18组对比试验中16个增产,总平均增产13.8%。经t值测定,增产效果极显著。

表5 Am-Be源辐照柞蚕卵小区试验结茧率(%)统计表

单位 和时间	结 茧 率 (%)	注量(中 子/cm ²)	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	(Ra-Be) 10 ⁴	对 照
			实 数	指 数	实 数	指 数	实 数	指 数	实 数	指 数
南河店蚕场 (1976年)	实 数		45.3	58.2	51.8	61.2			51.5	51.1
	指 数		88.6	113.9	101.4	119.8			100.8	100.0
河南蚕业 试验场 (1977年)	实 数			58.4	69.8	71.6	66.6	68.2	72.0	65.2
	指 数			89.5	107.1	109.8	102.1	104.6	110.4	100.0

表6 Am-Be源辐照柞蚕卵生产试验产茧量统计表

试验单位*	注 量 (中子/cm ²)	每区卵量 (g)	克卵茧量 (粒)		增减 %	试验单位*	注 量 (中子/cm ²)	每区卵量 (g)	克卵茧量 (粒)		增减 %
			处理	对照					处理	对照	
韩店大队	10^5	250	71.6	64.2	+11.5	龙洞大队	10^5	250	75.7	72.4	+4.6
韩店大队	10^5	250	75.3	60.7	+24.1	镇平蚕场	10^5	200	82.7	74.9	+10.4
向东大队	10^5	250	70.8	67.9	+4.3	镇平蚕场	10^5	200	68.5	62.7	+9.3
向东大队	10^5	250	64.7	63.6	+1.7	镇平蚕场	10^4	200	80.6	57.9	+39.2
南河店蚕场	10^5	200	64.5	55.6	+16.0	镇平蚕场	10^4	200	83.8	74.3	+12.8
南河店蚕场	10^5	200	63.4	64.9	-2.4	南河店蚕场	10^6	200	70.0	55.9	+25.2
董店蚕场	10^5	200	78.2	65.8	+18.8	龙洞大队	10^6	250	84.3	80.8	+4.3
董店蚕场	10^5	200	67.4	63.8	+5.6	柳树沟大队	10^6	250	75.1	65.6	+14.5
小店蚕场	10^5	200	79.4	40.7	+95.1						
龙洞大队	10^5	250	82.8	85.6	-3.4	平 均			74.4	65.4	+13.2

* 除镇平外,均在南召县

五 结 论

1. 柞蚕卵胚子对 γ 射线的抗性随卵龄的增长而递增,反转期以后的各期胚子,虽经3000R的高辐照量处理,仍能正常孵化,反转期以前的幼龄胚子,对 γ 射线敏感性较强,但1000R

以下的照射都不致引起卵孵化率和减蚕率的变化。因而在生产应用上, 5 R 以下的低照射量处理, 对柞蚕卵各期胚子均无不良影响。

2. 低照射量 γ 射线处理柞蚕卵, 同 Ra-Be 中子源一样, 表现孵化齐, 发育好, 抗逆力强, 增产显著。为此, ^{137}Cs 和 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线源完全可以取代 Ra-Be 中子源应用于柞蚕生产。其适宜辐照量为 0.5 R 左右。

3. Am-Be 中子源辐照柞蚕卵也和 Ra-Be、 ^{60}Co 、 ^{137}Cs 源一样, 具有显著增产作用, 其增产幅度平均达 13.8%。适宜注量为 10^6 中子/ cm^2 左右。吉林师范大学与丹东蚕科所用中子发生器照射柞蚕卵, 亦肯定了 $10^5 \sim 10^7$ 中子/ cm^2 都有明显增产效果^[1]。

4. Ra-Be 源照射时, 在其剂量贡献中 γ 射线为中子的 30 多倍, 中子的作用当然很小, 而 Am-Be 源辐照时, 则中子的剂量贡献高于 γ 射线一倍多, 所以在其增产作用中中子占有较大比重。结合 γ 源和中子发生器照射之增产效果一并考虑, 因而可以认为, γ 射线和中子辐照柞蚕卵都具有增产作用^[4]。

河南省蚕业试验场李铁樵同志参加了试验资料整理。

参 考 文 献

- [1] 全国蚕业辐射应用经验交流会资料汇编, 中国科学院五局, 1976 年, 第 23、38、17、102、76、50 页。
- [2] 河南省 γ 射线辐射柞蚕卵增产试验协作组, γ 射线辐射柞蚕卵增产试验报告, 1977 年(内部资料)。
- [3] 周晦若和杨人立译, 蚕与放射能, 全国放射性同位素与射线应用展览四川展出办公室印, 1973 年, 第 18 页。
- [4] 遗传与育种, 1, 19(1977)。

(1980 年 4 月 7 日收到)

The effect of low dose ionizing radiation on increasing production of wild silkworm eggs

Zhao Guang

(Isotope Institute
of Academy of Henan
Province)

Zhang Jing-xuan

(Test Place of
Silkworm of Henan
Province)

Liu Zhen-shan

(Forest and
Silkworm Bureau
of Nanzhao County)

Abstract

Exposure of wild silkworm eggs to γ -ray from ^{137}Cs or ^{60}Co , in low dose was found to have remarkable effect as that of neutron from Ra-Be source conventionally used to increase production.

Neutron from Am-Be source was also found to have such effect.

By analyzing the dose contribution of neutron and γ -ray from these two neutron sources, it was that both neutron and γ -ray could produce effect on increasing production.