



原子能科学技术要为农业学大寨作贡献

——介绍快中子照射蚕卵和辐射育种

强中子源组

(中国科学院兰州近代物理研究所)

在毛主席革命路线指引下,我们从1974年以来开展了快中子的应用工作。1975年我国四届人大通过的新宪法指出,科学研究必须“为无产阶级政治服务,为工农兵服务,与生产劳动相结合”,这给我们的科学研究工作指明了方向。我们沿着毛主席的革命路线迈开大步向前走,坚决走开门办科研的道路。我们要用原子能科学技术为农业生产服务,决心为农业学大寨作出贡献。用我所600千伏高压倍加器产生的强中子源配合甘肃省农业大学、甘肃省农业科学院和甘肃省庆阳地区早胜公社谭腊大队科研站等单位开展了辐射育种工作。初步掌握了小麦快中子辐射育种的适宜剂量范围,快中子辐射处理后的小麦第一代和高粱种子第一代出现了各种类型的形态变异,为选育良种增添了一项新技术;用镭-铍中子源配合甘肃省庆阳地区蚕桑工作指导站照射桑蚕卵,取得了明显的增产效果,受到了群众的欢迎。

实践证明:科学研究为无产阶级政治服务,为工农兵服务,与生产劳动相结合,是科学研究必须坚持的正确方向,开门办科研这一社会主义新生事物具有强大的生命力,它为原子能科学技术的应用研究开辟了广阔的前景。同时,在我们与贫下中农共同研究的过程中,受到许多教育,促进了知识分子世界观的改造。我们在实践中深深体会到科研工作与生产实践相结合不仅能把新技术推广到生产实践中去,促进生产发展,还能使科研工作受到生产实践的客观检验,并不断给科研工作提出新的课题,进一步推动科研工作向前发展。例如:我们为了满足工农兵需要,开展辐射育种、快中子治癌等项研究工作,促使我们把中子源强由过去的 10^8 中子/秒提高到 10^{11} 中子/秒,中子源强的测量准确度提高到 $\pm 2\%$ 。

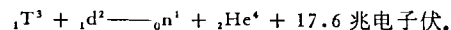
一、简单原理及装置介绍

通常人们把能量在0.5—10兆电子伏的中子叫快

中子。可用加速器中子源、同位素中子源或自发裂变中子源获得快中子。

1. 高压倍加器强中子源

我们用600千伏高压倍加器加速氘核轰击氘靶,在 4π 立体角中能产生 10^{11} 中子/秒的快中子流(中子能量约为14兆电子伏),核反应如下:



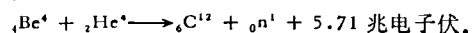
其中: ${}_1^3\text{T}^+$ 是氘原子核; ${}_1^2\text{d}^+$ 是氘原子核; ${}_0^1\text{n}^0$ 是核反应产生的中子; ${}_2^4\text{He}^+$ 是核反应生成的剩余核——氦原子核;17.6兆电子伏是核反应放出的能量,它按一定比例分配给中子和氦原子核。

由上面核反应式可以看出,核反应产生的中子 ${}_0^1\text{n}^0$ 是带着一定的能量跑出来的。快中子辐射育种就是利用中子与被照射物质的原子核相碰撞时,将能量转移给原子核或与原子核相互作用后产生的新原子核,中子本身则由于多次碰撞而损失能量。而这些原子核由于带电,能导致较密集的电离分布,从而对被照射的物质能产生较多的诱变效能。在辐射育种方面从育成品种所使用的辐射源来看,近几年来以中子处理者为多。从发展的趋向看,近期仍以 γ 射线处理为多,但中子作为诱变源使用,必将受到愈来愈多的重视。

照射装置如图1所示。

2. 镭-铍同位素中子源

我们用镭-铍中子源照射蚕卵,它是利用天然放射性元素镭放出 α 粒子轰击铍原子核产生中子,核反应如下:



其中:

${}_8^4\text{Be}^+$ 是铍原子核;

${}_{88}^{226}\text{Ra}^+$ 是镭-226衰变时放出的氦原子核;

${}_6^{12}\text{C}^+$ 是核反应生成的剩余核——碳原子核;

${}_0^1\text{n}^0$ 是核反应产生的中子;

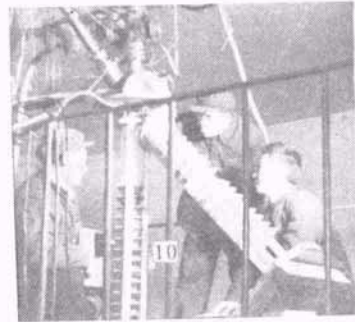
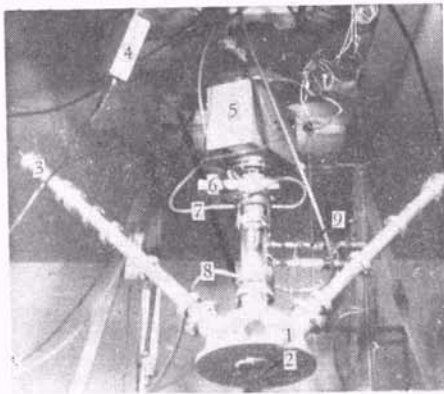


图1 照射装置

1——靶室； 2——氟钛靶冷却水套； 3——半导体探测器(用伴随粒子法测中子)； 4——前置放大器；
5——偏转磁铁； 6——真空阀门； 7,8——光栏冷却水管； 9——真空测量组件； 10——木质照射架

5.71 兆电子伏是核反应放出的能量。

由上面核反应式可以看出：核反应产生的中子 n^1_0 也是带一定的能量跑出来的（中子平均能量约为 2.5 兆电子伏）。

用镭-铍中子源照射蚕卵，据有关单位分析认为：快中子和 γ 射线进入蚕卵，直接或间接地在蚕卵内产生电离作用，从而引起生物细胞内一系列生理生化反应和促进有机体内化学变化，加强有机体内部的新陈代谢，促使其生理机能旺盛，达到增加蚕茧产量和提高蚕丝质量的效果。

镭-铍中子源照射装置如图 2 所示。

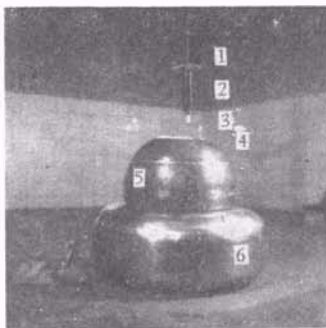


图2 镭-铍中子源照射装置

1——源的提升拉线； 2——定位杆； 3——镭-铍源； 4——蚕卵放在两层球壳之间的空隙内；
5——带夹层的同心球； 6——支架。

二、使用及效果

1. 选择适宜的辐射剂量

辐射育种首先必须选择适宜的辐射剂量，以产生多而有益的变异。一般说来，随着辐射剂量增加，变异率也随着增加，同时对作物的辐射损伤效应也增加，辐射剂量过小，引变效果低。随着剂量的增高，出苗率和

植株成活率也相应降低。剂量过高，种子发芽受到抑制，或者种子发芽出苗后植株全部死亡。一般采用植株成活率在 20—70% 这一剂量范围，但多以半致死剂量为主来使用。

实践证明：作物和品种不同，对辐射敏感性各有差异，所产生的辐射效应也不相同。对同一作物相同品种、不同发育时期、不同生理状态对辐射效应的差异都很大。因此辐射采用的剂量，因作物品种、发育时期、生理状态和种植地区的不同而不同。另外对同一品种同一剂量的辐射，当剂量率不同时，对作物的生长和变异情况可产生不同的影响。因此在辐射育种时要考虑选择适宜的剂量和剂量率。

在我们配合甘肃省农业大学、甘肃省农业科学院等单位开展辐射育种工作中，曾经出现过辐射剂量过低致使 1974 年春小麦全部成活，仅起到刺激生长作用；出现过 1975 年辐射剂量过高致使春小麦大部致死的现象。经过一年多双方的共同努力，初步摸索到小麦快中子辐射育种的中子通量适宜范围。通过 1975 年和 1976 年大田播种试验证明中子通量数据能够重复。



图3 甘麦-8号大田播种情况

图3和图4分别为甘麦-8号和武黄-7号经快中子辐射后在甘肃省农业大学播种情况。图3和图4中1—2为致死区；2—3为接近致死区；3—4为临界区；4—5为半致死区；5以后为刺激区。

镭-铍源辐照蚕卵，据丹东市蚕业研究所照射柞蚕卵做过的一百多次试验，确定了快中子照射蚕卵的最佳累积通量。我们照射的是家蚕（桑蚕），为摸索适宜的中子累积通量，共分九个等级进行小批对比试验。试验结果表明，在我们选择的中子通量最佳范围内，增产效果比较显著。



图4 武黄-7号大田出苗情况

2. 中子通量的测量与照射方法

中子测量是一项复杂和细致的工作。中子与带电粒子不同，由于中子不带电，它经过物质时不能直接产生电离。测量中子的基本原理是利用中子与物质作用时生成的次级带电粒子的电离作用产生电信号，用电子仪器把信号记录下来，再换算成中子强度。

我们使用的同位素中子源，由于制作中子源用的放射性同位素的半衰期很长，可认为源强是稳定的。这样根据中子源源强、被照射物体与源心距离和照射时间，可计算出中子累积通量。计算公式如下：

$$n = \frac{N}{4\pi R^2}$$

其中： n ——中子通量（中子/厘米²·秒）；

N ——中子源强（中子/秒）；

R ——照射物体与源心距离（厘米）。

由公式可见，把照射物体置于一定的距离上，选用不同照射时间，可得到所要求的中子累积通量。

加速器中子源的中子源强随加速器的束流强度和靶子使用寿命等条件变化。所以其中子源强是变化

的。我们采用伴随粒子法来测定倍加器中子绝对源强，用裂变电离室作相对测量，测定整个照射时间内的中子累积通量。使用照射架把照射物件置于不同距离上，可以得到所要求的不同的中子累积通量。

3. 效果

镭-铍中子源照射蚕卵，方法简便，效果明显。经照射过的蚕卵，出蚕齐，蚕活泼，发育快，食桑快，抗病性强，脱皮快，上簇齐，蚕茧增产。例如：秋蚕苏17×306历来认为是低产种，经过照射得到增产。春蚕高产品种华九×浣汗经过照射也得到增产。

快中子辐射处理春麦第一代出现了各种类型的形态变异，如旗叶对生类型、双穗类型、全不育或部分不育……等。以全不育或部分不育类型出现率比 γ 射线高，不育和部分不育的出现又随着剂量的增高而增加。这为小麦雄性不育系的培育提供了一条途径。

快中子辐射处理的高粱种子，亦出现了有益的变异，变异的情况见下表。

表1 快中子辐射处理的高粱种子变异情况

齐高粱 × 卡夫瑞它	株高 (厘米)	茎粗 (厘米)	穗长 (厘米)	穗型	粒色
对 照	178	1.6	24.5	松	黄
照 射	145	2.8	28	紧	白

辐射第一代的这些有益的变异，一般不能稳定遗传下来，尚需经过第二代、第三代继续观察和选择，再进行鉴定。经过品系评比和区域试验，最后才确定它的使用价值，达到辐射育种的目的。

实践使我们体会到：开门办科研，走出去，请进来，坚持两服务一结合的正确方向，科研工作就提高快，科技人员思想收获也大。同志们说：“开门办科研，工农兵给我们出题目，我们为工农兵服务，接受工农兵再教育，越干越欢。”去年我们急贫下中农所急，想国家所想，积极创造条件，提供方便，还照射了一种药材种子和苗株，摸索用快中子辐射对解决该种药材的退化现象的效果。

我们工作做得还不够细，中子累积通量的测量准确度有待提高，中子源强有待进一步提高，中子对农作物的影响规律有待深入学习和认识。我们决心最紧密地团结在以华主席为首的党中央周围，积极投入揭批“四人帮”反党集团的伟大斗争中去，按照毛主席的革命路线，把原子能技术为农业服务的工作进一步搞好，为普及大寨县贡献我们一份力量。