

# 放射性同位素及輻射的应用

## 关于农业輻射研究的几个問題

朱 鶴 健

(福建农学院农业物理研究室)

近几年来,我国在农业的輻射方面的研究有了很大的进展,发表的試驗报告日益增多。所获的成果有三方面:第一促进农作物生长,提高产量,改良品质。第二輻射人工引变,选育良种。第三确定輻射灭菌杀虫的有效剂量,为保护植物和农产品提供新的方法。在我国农业科学史上,原子能应用技术完全处于空白的状态,而在短短的几年中却获得这些成果,不能不算是一个很大的成績。当前,有必要在总结过去的研究工作的基础上,重点地解决研究中所存在的普遍性問題,提出更高的研究要求,推动研究工作向纵深发展。作者根据几年来的研究工作,并参考有关文献,提出农业輻射研究中的几个問題,想借此引起同行們的注意和討論,共同促进这門科学的发展。敬請批評指正。

### 一、必須解决农作物輻射效果不稳定的問題

根据我們几年来的研究和其他单位的試驗报告都发现同一作物应用同一种射綫照射后,各次試驗的結果,往往难以完全一致或近乎一致。例如江西省农业科学研究所用 $Co^{60}\gamma$ 射綫1伦和5伦处理秈粳稻,发现能刺激发芽的作用<sup>[1]</sup>,而这样低的剂量在我們水稻的輻射試驗中却看不出什么影响。以各地小麦輻射試驗結果来看,河南省新乡专区农业科学研究所研究結果认为, $Co^{60}\gamma$ 射綫1000—10000伦对小麦都有不同程度的增产作用,30000伦以上剂量才招致減产<sup>[2]</sup>;北京农业大学試驗結果:100—1500伦对小麦有不同程度的增产作用<sup>[3]</sup>;而我們的研究<sup>[4]</sup>和方周伯等的試驗报告<sup>[5]</sup>都认为 $Co^{60}\gamma$ 射綫1000伦以上剂量能引起小麦減产,这也許是各地所采用的品种、耕作制度和管理水平的不同所造成的,但即使以早稻同一“銀坊”品种,在同地栽培,而1959年和1960年两年輻射試驗效果也难尽乎一致<sup>[6]</sup>。这就令人关心輻射有否获得稳定效果的可能。作者认为:輻射增产效果已为大量材料所証明,无容置疑。获得稳定效果亦属可能,但必須注意以下几点:

**1. 控制照射的各种条件** 农业輻照主要形式是将种子或其他研究对象置于輻射場中照射。現在,許多試驗只注意到照射的总剂量,而忽略了其他的影响条件,如对被照射物質的状态(如种子的含水量、成熟度),被照射物質的厚度和放置的位置(这直接关系到照射剂量率大小)以及照射場中的温度、湿度、空气状况等因素都缺乏必要的记录。这就很难保证重复照射时,上述照射条件的一致性。已經証明:这些条件会直接影响到輻射的效果。如温度的剧烈改变能影响生物机体自由基的形成和扩散,在不同的温度条件下,輻射能引起不同的过氧化氢酶鈍化反应。加斯特弗桑(Gustafsson)和尼邦(Nybon)的試驗发现,在低温条件下,X射綫对大麦的存活率、染色体改組数和突变頻率的影响較小。周围环境中氧的含量多少也影响到輻射的生物学效应,氧含量的减少能减低生物的輻射敏感性。但这两个因素在通常照射的条件下变化不是太大,不致对輻射效果稳定性起着主要的影响,而引起我們注意的还是被照射物質

的状态和剂量率(这与辐射源的剂量以及被照射物质和辐射源的距离有关)等这些条件。如乳熟期的种子对射线反应最为敏感,湿润种子对射线的敏感性大于干燥种子,发芽种子对射线敏感性大于休眠种子。同一剂量,但剂量率低的处理,辐射生物效应也较低。上述这些条件的差异,都会造成辐射效果的不同。如果被照射的物质(例如种子)的厚度过厚,则个体辐射生物学效应还有不同。因此,照射时对上述条件的控制是保证辐射效果稳定性的重要措施。

**2. 提高试验准确性** 农业辐射研究大多是在田间进行的,在田间试验中,能产生来自多方面的误差,为了提高试验的准确性,在进行试验时,应尽量避免一切可能产生的误差。为此,必须要求正确的试验研究方法和统计分析技术。我们在一部分辐射研究的报告中可以看出:它们缺乏适当面积的小区,足够的重复,正确的试验设计,合理的统计分析,这也将影响到辐射试验的效果。除此,提高剂量测定的准确性,校正辐射源的剂量也是解决这一问题必不可少的措施。

由于我国地区辽阔,农业情况复杂,各地耕作制度和所采作物品种迥然不同,要求全国各地各种作物辐射效果都为一致,确有困难。但至少在一个农业区域内或者一个省分内,同品种作物辐射处理的效果能年年近乎一致。这样,辐射处理这一新的技术在农业生产上的应用才有可能。

## 二、从生产需要和实际情况出发,制定辐射研究的重点对象

辐射可能解决农业生产上的问题很多,试验中可以发现:不同作物对射线的敏感性是不同的。根据本省农业辐射研究的一般结果可以认为:无性繁殖作物如甘蔗、甘薯等作物对射线较为敏感,禾本科、豆科作物如水稻、小麦、花生等次之,油菜、萝卜等十字花科作物又次之,而黄麻和紫云英辐射敏感性最差。在同一作物中不同的器官组织和不同的发育阶段对射线的反应也有不同。一般认为:植物中芽、根尖、花粉、卵细胞、染色体等对射线都较为敏感。我们的试验发现,甘蔗分蘖植株的芽变多于主茎,而主茎基部的芽变又多于梢端。一般作物的苗期阶段对射线敏感性大于生长后期。再从辐射对作物性状的影响来看:除增加产量,改良品质外,还能提高光合作用和呼吸作用<sup>[7]</sup>,提早成熟<sup>[8]</sup>,促进发根<sup>[9]</sup>,改变种子发芽条件<sup>[10]</sup>,增强抗逆能力<sup>[3,6,11]</sup>等。因而作者认为,农业辐射研究应首先从辐射容易引起效应的作物、器官或其发育阶段着手,并在辐射引起多样性的性状变化中,选择其对生产有利的一点,集中力量促进这一性状充分发展和巩固。这样,会使辐射的研究更快地在农业生产上得到应用,而不必强调辐射处理后的作物的各个性状都属于有利的,或者把增产作为辐射研究唯一达到的目的,因为这样的要求是不切合实际的。例如,在有些试验中发现某些剂量不能引起玉米果穗的增多,但却能促进植株的生长,我们便可以利用这一特性作为饲用玉米来培养;利用某些蔬菜苗期阶段对射线反应特别敏感的特性,把辐射处理作为快速育苗的手段;将辐射能促进生根的特性用于加速无性繁殖作物的繁殖;以辐射能改变种子发芽的条件用于改变作物的播种期。其他如辐射能提早成熟、抗旱、抗风、抗涝、抗病虫害、抗倒伏等性状,都是在农业生产上很有意义的,可以大加利用。

## 三、辐射处理与农业技术相结合的问题

辐射可视为作物的一种环境刺激剂,它的效果与作物的外界环境及栽培水平密切相关。因为农业现象本身是综合性的现象,作物的各个生活条件之间是处在相互制约,相互联系之中的,只有在一定合适的外界条件及栽培水平下,才能更充分地发挥电离辐射的独特作用,以达到更大的效果。甫拉修克试验表明<sup>[12]</sup>,在施肥充足的条件下,甜菜光合作用能力提高260%,

而在不施肥的条件下,只提高 170%,在 12℃ 的条件下,放射性钙的电离辐射对燕麦种子有促进萌发的作用,而在 18—20℃ 却不能加速种子的萌发;  $P^{32}$  低剂量辐射在夜间较白昼能更强烈地刺激春小麦幼苗的生长。苏联科学院遗传研究所的试验发现<sup>[1]</sup>,辐射处理的春小麦在秋播的条件下,有许多变异的新类型,而在春播的条件下却未曾发现。北京农业大学在太平庄青年试验场所进行的小麦辐射试验<sup>[2]</sup>,750 伦处理因在返青期中,未及时灌水,致使无效分蘖增加和穗粒数减少,其种子千粒重虽比对照高 1 克,但仍为减产。而该校在其他各点布置的小麦辐射试验,750 伦处理都得到增产。我们的甘蔗辐射试验结果<sup>[3]</sup>也表明,辐射引起甘蔗分蘖增多的优良性状,若不配合良好的水肥条件,满足多分蘖植株所需要的大量养分,那末辐射处理出现的多分蘖的有利性状将死亡,或则无效分蘖增多而影响全株生育,使这种有利性状反而成为不利的因素。若满足了养分条件,则能充分发挥其生产潜力,便成为增产的有利因素。以上材料都充分说明了辐射应用必须与农业技术相结合,脱离农业栽培条件,单纯从辐射处理着手是难以达到预期的目的。

#### 四、必须进一步探讨农作物辐射效应的生理机制

目前所见的大量农业辐射研究报告还多限于记叙辐射所引起农作物形态学上的变化,在这样的基础上,有必要进一步深入地探索各种作物辐射效应的机制问题,分析其有效刺激的原因,从而逐步由经验阶段上升到理论阶段。关于这个问题,可以从以下几个方面来探讨:

(1) 研究辐射对机体中各种化学成分,如蛋白质、脂肪、酶、糖、维生素和水的的作用。

(2) 研究辐射对细胞形态、构造以及分裂、生长、代谢等机能的影响。

(3) 研究辐射对机体代谢的作用,如辐射对植物光合作用、呼吸作用、酶的活性以及机体内各种化学成分代谢的影响。

(4) 研究辐射对机体作用的能力学问题,探讨辐射作用于机体后能量的吸收、传递、转变和利用等问题。

上述各方面的研究也是相互关联的。

#### 五、辐射毒理学的研究必须跟上

辐照后的食物或者辐照种子所生产的产品能否食用,是农业辐射研究中普遍关心的问题,国外有关这方面的文献虽然很多,但尚无肯定结果。据最近苏联罗加捷夫(Porarev)报道:苏联保健组织认为,用 1 万伦以下剂量辐照的马铃薯可以食用<sup>[4]</sup>。如果这些问题不弄清楚,将会妨碍辐射研究成果的推广,但要解决这些问题却又是较为复杂细致的工作,必须给予应有的重视。

#### 参 考 文 献

- [1] 江西省农业科学研究所,  $Co^{60}$  照射籼、粳稻种子后对发芽的影响, 原子能科学技术, 1961 年, 6 期。
- [2] 河南省新乡专区农业科学研究所,  $Co^{60}$   $\gamma$  射线照射小麦种子增产效果试验, 原子能科学技术, 1961 年, 11 期。
- [3] 北京农业大学农业生物物理专业,  $Co^{60}\gamma$  射线对冬小麦生长发育效应的研究, 原子能科学技术, 1961 年, 12 期。
- [4] 郑文钻等, 电离辐射对小麦生育影响的初步研究, 原子能科学技术, 1961 年, 8 期。
- [5] 方周伯、杨成德,  $Co^{60}\gamma$  射线对阿勃春小麦抗旱生理和产量的影响, 原子能科学技术, 1962 年, 3 期。
- [6] 朱鹤健等, 电离辐射对水稻生育影响的研究, 原子能科学技术, 1962 年, 1 期。
- [7] 中国科学院农业物理研究所,  $Co^{60}\gamma$  射线对 96 号春小麦光合作用和呼吸作用的影响, 原子能科学技术, 1961 年, 5 期。
- [8] 张家口市农业科学研究所农业物理研究室, 玉米辐射引变研究, 原子能科学技术, 1961 年, 9 期。
- [9] 北京农业大学生物物理专业, 电离辐射对根系作用机制的初步探讨, 原子能科学技术, 1962 年, 3 期。
- [10] 杰洛涅, 论辐射选种法, 苏联农业科学, 1958 年, 11 期。
- [11] 中国科学院农业物理研究所,  $Co^{60}\gamma$  射线对 96 号春小麦抗旱力的影响, 原子能科学技术, 1961 年, 4 期。

- [12] 甫拉修克 П. А., 植物营养中的微量元素与放射性同位素, 科学出版社, 79 页。  
 [13] 朱鶴健等, 电离辐射对甘蔗后代的持續效应, 原子能科学技术, 1962 年, 5 期。  
 [14] 陈繼琴, 徐新民,  $\gamma$  射綫对稻谷产生毒性问题的研究, 原子能科学技术, 1961 年, 3 期。  
 [15] Караетян. В. К., Биологическое действие ядерных излучений на растения, *Агробиология*, № 1, 1960.

(編輯部收稿日期 1962 年 7 月 2 日)

## 微量元素、生长素和促熟剂对大豆吸收 磷素及其运轉的影响

王 曉

放射性同位素在农业上的应用, 不仅可以闡明土壤、肥料、植物三者之間的密切关系, 为制訂合理的农业技术措施提供依据, 而且能够解决植物生理生化过程等一系列复杂問題。用同位素作为指示剂, 可以迅速而准确地鉴别某些因素的效果, 这也是一个有价值的新途径。1960 年作者曾以大豆为指示作物, 借助于示踪原子  $P^{32}$ , 对某些微量元素、生长刺激素和促熟剂的效果(种类、浓度、噴施次数)及机理进行了探討。現將試驗方法及初步結果分述如下。

### 1. 萘乙酸鈉对大豆幼苗吸收磷素的影响

試驗在水培中进行。采用阿夫道宁培养液。配制培养液时, 将其中的  $K_2HPO_4$  改用带有放射性  $P^{32}$  的  $K_2HP^{32}O_4$ 。每个培养鉢中注入总强度为 30 微居里的  $P^{32}$ 。然后将苗龄为 20 天的大豆幼苗移植于培养鉢中。

試驗以 10ppm, 25ppm, 40ppm 三种浓度的萘乙酸鈉及水(对照)噴施幼苗。噴施次数分为一次、二次、三次。每隔四天噴一次。三次重复。各处理均在同样温度及光照条件下培养。培养 16 天后, 取植株茎、叶(包括生长点)分別剪碎, 在 70—80℃ 烘箱中烘干后, 磨成粉状。称量 50 毫克样本, 置于塑料盘中进行放射性測量。結果見表 1。

表 1 萘乙酸鈉对大豆幼苗吸收  $P^{32}$  的影响(50 毫克样本每分钟脉冲数)

| 浓度    | 部位<br>次数 | 茎    |      |      | 叶(包括生长点) |      |      |
|-------|----------|------|------|------|----------|------|------|
|       |          | 一 次  | 二 次  | 三 次  | 一 次      | 二 次  | 三 次  |
| 对照(水) |          | 5113 | 5457 | —    | 4410     | 4451 | 4561 |
| 10ppm |          | 6923 | 5512 | 4814 | 5806     | 6593 | 4570 |
| 25ppm |          | 4398 | 5337 | 3073 | 3520     | 5594 | 2342 |
| 40ppm |          | 4365 | 4982 | 2528 | 3759     | 2433 | 1537 |

从表 1 中可以看出, 浓度为 10ppm 的萘乙酸鈉对大豆幼苗吸收磷素具有促进作用。其中噴施一次、二次較为显著。25ppm 和 40ppm 的各处理依次減弱了幼苗对磷素的吸收能力。尤以 40ppm 表現明显, 噴施次数愈多, 測得的植株放射性愈低。

同时发现, 浓度为 10ppm 的萘乙酸鈉噴施两次, 对  $P^{32}$  从茎部运输至叶片及生长点有刺激作用。叶(包括生长点)每分钟脉冲数高于对照 2142 次(48.1%), 茎部放射性虽有增多, 但只