

## (5) 核技术在农业中的应用

把核技术应用于农业可以大大加速农业的进展,其应用可以分为二个大的方面。

### ① 射线技术

#### (i) 改良品种

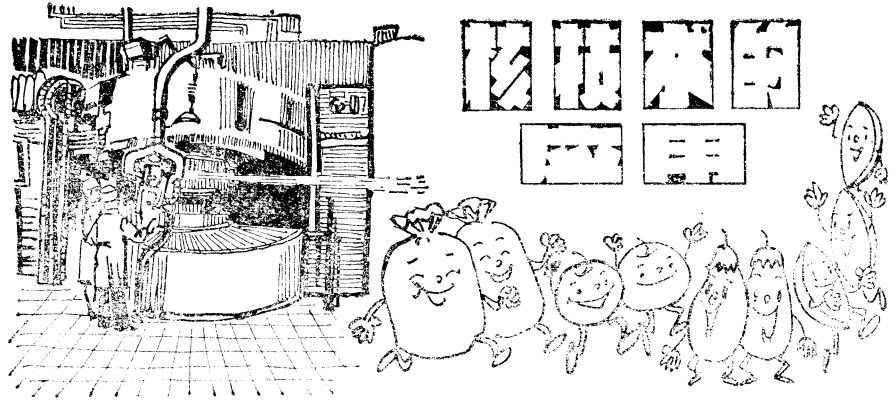
这是辐射育种的任務。具体作法是利用不同射线(各种能量和强度下)照射植株、种子、枝条、花粉等,使其产生变异。在一千个变异中,大约只有 1—2 个变异是所需的,因此不断地从变异后代中选择与培育新品种,如具有高产早熟,抗倒伏,抗病,蛋白质含量高特性的优良品种。据联合国原子能机构报导,世界各国(不包括我国大陆各省)通过辐射育种,共培育 518 个植物新品种,其中农作物占 480 个。在我国,核技术应用于农业是从 1956 年开始的,20 多年来取得一定成绩。全国各省、市、区农科院与农业院校都成立了原子能利用研究室(所)。1979 年又成立了中国原子能农学会。目前,全国大约有 140 多个单位 2000 多名专业科技人员从事核技术在农业上的应用研究。设备也初具规模。我国利用辐射选育出的农作物新品种约 160 多个,其中粮食作物占 80%,种植面积在 1.2 亿亩以上。经济效益十分显著,收益可达投资的几百倍甚至上千倍,例如“鲁棉一号”,推广后增加产值达 19 亿元。而用于研究和推广的费用共计 170 万元。经济效益系数达 1100。“鲁原单 4 号”玉米杂交种,收益 1.8 亿元。投资 40 万,经济效益系数为 450。

#### (ii) 消灭病虫害

病虫害是使大农业产量遭受损失的主要原因之一。利用射线照射害虫,使被照射的害虫不能繁殖后代,就可直接防止或控制害虫的大量发生,且没有农药污染环境的问题。美国,加拿大,日本和欧洲都已实际应用这种技术,取得了很大经济效益。

### ② 同位素示踪(标记原子)技术

利用放射性同位素的标记化合物,可以研究农作物的营养代谢、肥料的吸收与利用、土壤中水分与盐碱的迁移动态、农药在植物生长过程中转移、分布和残留量等等,可为合理施肥、灌溉、耕作、合理投放农药等提供科学依据,从而使农作物增产。例如用  $^{15}\text{N}$  示踪,证明在水稻田一次全层基施尿素,可提高氮肥利用率一成以上。湖北省在 1980—1981 年因此增产稻谷 4 亿斤,收益 4660 万元。而国家总投资仅 18 万元,经济效



王 祝 翔

益系数为 260。

## (6) 核技术在煤炭工业中的应用

根据到 2000 年工农业总产值翻两番的战略目标,要求煤炭工业达到年产原煤 12 亿吨。要做到这一点,必须采用新技术,而其中放射性同位素技术对煤炭工业的技术进步具有重要作用。同位素技术可应用于煤田的地质勘探、采煤机的自动调节、煤炭加工洗选工艺参数的自动控制与调节和最后产品出厂的质量检查各个环节。

利用放射性同位素和中子辐射技术,能直接探测出煤层位置、厚度、灰分与夹矸以及顶底板的地质特性,不必取出岩芯作化学分析。这不仅提高了煤田地质的勘探速度,也降低了勘探成本。目前,我国煤田地质勘探仍采用自然  $\gamma$  测井和  $\gamma$ - $\gamma$  测井法。这种测井方法只能定性地说明煤层与岩层的厚度,而且测井周期长,精度低。为了加快勘探速度,应加紧研究铀-钍中子源测井法。

机械化采煤是提高采、掘、运效率的关键。采用同位素技术是提高机械化程度的重要手段之一。例如苏联有一个矿,使用了 60 多台放射性同位素仪表,进行 82 个项目的自动化控制。主要用于采煤机自动调节、煤炭加工洗选、煤炭自动化装卸与运输等,效果非常明显。

同位素技术还可用于控制装载量与自动停靠,可实现矿车、煤仓、箕斗、皮带运输机的装载量自动控制。目前,国外主要产煤国家的采煤机械化程度均在 90% 以上。我国统配煤矿机械化程度只有 40%。为提高我国采煤机械化程度,应重视同位素技术的应用研究。

国外还广泛采用同位素技术来提高矿井的安全性。如①矿井通风监测。把不被人肺吸收的放射性同位素氩和氮释放在井下空气中,作为示踪原子,观测井下通气有无紊流或漏风现象,以便及时采取措施。

②研究煤层中瓦斯运动规律。在煤层中打一钻孔,插

入装有放射性同位素示踪原子的瓦斯曲颈瓶,封闭钻孔后,用遥控装置打开瓶盖。根据取得的瓦斯试样和经过时间,即可算出瓦斯在煤层中的流速,为治理瓦斯提供依据。③检查瞎炮。炸药中加入微量放射性同位素铯。如放炮后有瞎炮而未爆炸,很容易用射线探测器检查出瞎炮的位置。④用放射性同位素示踪法测定地下位置、流向和流量。另外,在煤炭洗选上也广泛采用同位素技术,如①自动拣矸。在拣矸皮带上装有放射性同位素和探测器。遇有矸石时,使排矸门自动打开,把矸石排除。②快速测定煤中灰分。精度达0.5~0.3%。③中子快速测定煤中水分。④控制介质比重。采用放射性同位素重介悬浮液比重计,可实现重介悬浮液比重的自动调节,保证了精煤质量。⑤测定煤泥水浓度。国外主要产煤国家,煤炭入选量都在50%以上,有的高达70%。而我国仅为18.9%,没有采用放射性同位素技术是很重要的一个原因。

#### (7) 核技术在石油工业中的应用

放射性测井技术是核技术在石油工业中应用的主要方面。放射性测井技术就是利用 $\gamma$ 射线或快中子束流或岩石本身的放射性和放射性同位素示踪原理,探测地层物理性质以及油井的技术状况,从而确定油层在地下确切位置、油层厚度、油层的优劣等,以确保油田长期稳产高产。这种技术应用于石油勘探和油田开发已有40多年历史。由于它具有不受钢管限制,直观,准确,经济等突出优点,受到各国普遍重视,应用日益广泛。

放射性测井技术包括以下几种方法:

##### ① 自然 $\gamma$ 测井。

沿井身剖面,连续记录岩石天然 $\gamma$ 放射性强度的分布。它可以划分岩性,估计岩石泥质含量,进行地层对比。

##### ② 中子测井。

由中子源( $^{252}\text{Cf}$ )射出的快中子射入地层与地层的各种原子核碰撞产生核反应。如探测其放出的 $\gamma$ 射线,则叫做中子- $\gamma$ 测井。如探测其放出的、被减速的中子,就叫做中子-中子测井。中子- $\gamma$ 测井可以研究地层中的含氢量,并进行地层孔隙度的计算,而石油储量的多少与孔隙度成正比。脉冲中子测井可以区分油层和水层,探测油水饱和度。有了这些资料就能制定正确的开发采油方针。目前中子- $\gamma$ 测井法已被中子-中子测井,脉冲中子测井所代替。

##### ③ $\gamma$ 源地层密度测井。

利用 $\gamma$ 源( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{241}\text{Am}$ 等)产生的中能 $\gamma$ 射线与岩石相互作用,测由康普顿散射效应朝后的 $\gamma$ ,可确定地层密度,确定地层的孔隙度。

##### ④ 放射性同位素示踪测井。

主要用来确定各类油层的吸水量。为封堵进水多的吸水层,防止单层水串,控制注水井不同层位的注水

量提供依据,从而确保产油井长期稳产高产。

##### ⑤ 热中子衰减和碳氧比能谱测井。

这两种方法可测定油层水淹后剩余含油量的分布面积。从而可以选择有油的地方打新井,节省打井费用,提高经济效益。

从50年代起,我国石油工业开始应用放射性测井进行石油地质勘探和油气田开发。先后研制成了以上这些仪器,并实际应用于大庆、四川、华北、胜利、江汉等油田,为石油勘探和油田开发作出了贡献。但与国外先进国家相比,差距还很大。

#### (8) 核技术在水利工程中的应用

在水利工程中利用同位素技术主要在放射性仪表应用和示踪技术应用两个方面,已在生产中发挥了重要作用,有较大的经济效益和社会效益。

大家知道,在治理黄河工作中,准确及时地测报河水含沙量是极为重要的。利用 $\gamma$ - $\gamma$ 射线含沙量计可测定河水高、中浓度的含沙量,具有独特的优越性,如不易漏测沙峰等。现已在黄河干流12个水文站正式使用。在治理黄河中发挥了作用。对于含沙量低的河水,已发展了闪烁式低含沙量计和 $\alpha$ 射线正比管低含沙量计,效果十分理想。

在水利工程中, $\gamma$ 密度计(即利用 $\gamma$ 射线测量土的容量)也有极为广泛的用途。例如库区淤泥容重测量;地基砂层容重的测量;粒沙坝的测量;砂卵石覆盖层密度的测量等等。

利用同位素示踪技术还可监测和防止水库坝基渗漏,疏浚港口航道。例如,在我国已建成的8万多座水库中,绝大多数是土坝,病险水库很多,坝基渗漏是导致垮坝的一个重要原因。因此监测渗漏情况,就能对症下药修理堤坝,节省费用。此外,利用放射性同位素还能观测浅滩腐沙的运动,探明运动方向,找出泥沙淤积的来源,为疏浚港口航道提供重要资料。

#### (9) 核技术在食品工业中的应用

食品辐照是核技术应用的一个重要内容,它的推广应用对国民经济建设和人民健康有着密切关系,且有较大的经济效益和社会效益。

当前世界上,食品在生产、保藏和运输销售过程中损坏严重。据统计,全世界粮食因病虫害造成的损失大约占总产量的20%。其他食品损失率更高。在非洲每年损失的谷物可以养活7500万人。印度每年霉变粮食达一千万斤。一些水产品、蔬菜、水果损失更严重。在我国,粮食损失约占总产10%;油类为20%;肉食品高达30%。其他如蔬菜、肉禽、蛋、酱油、红枣、板栗损失也很大。目前全世界约有80%的人口在食用严重带菌的食品。

食物经 $\gamma$ 射线(或加速电子)照射后(以一定的剂量),可以杀虫,灭菌和抑制某些生理活性的作用来达到在常温下存放较长时间而不致霉烂、变质的目的。辐

射保藏食品技术的优点是延长保藏时间和使食品彻底灭菌消毒。

据统计,到1980年,已有23个国家批准了39种辐照食品无条件地或有限制地可供食用。到1979年,世界上已建成60多个大型<sup>60</sup>Co辐射灭菌消毒工厂,年消毒量为75万米<sup>3</sup>,价值70亿美元。1981年,在日内瓦召开的联合国三组织组成的专家委员会上,根据30多年的研究成果,宣布“食品辐照剂量在1兆拉德以下,是一个物理过程,不需作毒理试验,不会对人体造成任何危害”。

食品经辐照加工后,具有哪些效果?例如,土豆经适当剂量辐照后可保存10个月,大米,可贮存二年以上。

食品辐照保藏技术不但可延长食品保藏期,而且可以大大节约能源。美国把不同方法处理一公斤肉食品所需能量作了比较,列表如下:

总的来说,采用辐照法将节能25--40%。对有些食品,如土豆,节能就更多。

辐射保藏类别很多,除食品外,还有农业品、水产品、畜产品等,如 1) 谷物及其制品(稻谷,大米,小麦,面粉,玉米,白薯等)。 2) 水产(鱼,虾,蟹,蛤,藻等20多种)。 3) 肉类(牛肉,牛排,鸡脯,火鸡片,火腿,羊肉,腊肉,鲜猪肉等)。 4) 水果(干,鲜果,芒果,杨

表 处理一公斤肉食品所需能量(千焦耳)

加热杀菌		918
冷冻处理		7522
冷冻贮藏	-25℃	206/日
冷藏	0℃	58/日
辐射杀菌	3兆拉德	157
辐射杀菌	0.25兆拉德	21

莓,桔子,香蕉,枣,胡桃)。 5) 蔬菜(土豆,洋葱,蕃茄)。 6) 香辣佐料及调味品。 7) 豆类。 8) 烟酒类。 9) 糖果。 10) 蛋白质动物饲料。 11) 中药材(菊花,白芍,党参等)。等等。

欧美,苏,捷,保,匈,西德等已建成大型食品辐照加工厂。我国的食品辐射保藏研究工作已进行多年,到1980年,已有土豆,洋葱,大蒜,蘑菇,粮食,鲜猪肉,板栗等七种辐照食品通过了技术鉴定。目前已把辐射保藏食品的七五计划列入国家重点项目。上海,四川等地已经有了中小型<sup>60</sup>Co辐照加工厂。

至于辐照食品的卫生安全性问题,包括生物学毒性,营养学合格性,微生物学安全性,经过近30年的试验,已认为在一定条件下,对人体是不会产生任何有害影响的。