

# 10年来我国电离辐射和电磁生物技术的农业应用研究与发展<sup>1)</sup>

武秀荣 安 义 武明庆

(山西农业大学辐照中心, 太谷 030801)

**摘要** 统计了1984—1993年间我国电离辐射和电磁生物技术在农业中应用研究的文献量,并对这些文献进行了时间分布、空间分布、主题内容分布的分析研究。旨在从文献量及文献研究内容的角度探讨10年来我国电离辐射和电磁生物技术的农业应用研究的状况与规律,为促进农业新技术的应用和农业生产的发展提供依据。

**关键词** 电离辐射, 电磁生物技术, 文献研究

目前,我国农业正处在从传统农业向现代化农业发展的阶段。电离辐射( $\alpha, \beta, n, p, \gamma$ 射线等)和电磁场(电场、磁场,特定电磁波 TDP、微波、磁处理水等)作用到生物细胞(体)上,能在生物物质内部产生电离和激发等作用,引起一系列的生理生化过程,表现出各种生物效应。这些技术已越来越多地应用于农业科研和生产中,成为推动农业现代化的有力手段。为了使其在农业中发挥更大的作用,笔者选用《全国报刊索引》(科技版)为统计对象,从文献量、文献

主题研究内容等角度简述了我国10年来电离辐射和电磁生物技术的农业应用研究的状况与规律,以期收到抛砖引玉的效果。

## 1 文献量随时间的分布

1984—1993年间,电离辐射和电磁生物技术的农业应用研究的论文量随年度变化的情况如表1所示。

根据表1,经拟合得到1984—1993年间我

表1 文献量随年份的分布

年 份	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	10年总量
序号(x)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
电离辐射文献量(y)	44	51	55	62	77	90	88	106	103	92	768
电磁文献量(y')	19	27	25	28	29	31	48	57	58	56	378

国电离辐射和电磁生物技术的农业应用的文献量与时间(年)的回归方程分别为

$$y = 38.733 + 6.921x \quad (r = 0.937^{**}),$$

和

$$y' = 12.067 + 4.679x \quad (r = 0.935^{**}).$$

由表1可见,从1984年开始,电离辐射和电磁生物技术的农业应用的文献量基本上在逐年增加,尤其是进入90年代,年文献量几乎翻了

一番。从回归方程的回归系数可知,10年中有关文献量的增长速度分别为6.92篇/年和4.68篇/年。这些结果正说明了从事电离辐射和电磁生物技术的农业应用研究的人员和研究规模在相对稳定地发展。

1) 1994年12月29日收到初稿,1995年2月24日收到修改稿。

## 2 文献主题内容的分析与概述

10年来,我国电离辐射和电磁生物技术在农牧业各领域中应用的范围相当广泛,研究方法及研究水平都有了进一步的提高。研究的主题大致分为9类(见表2),其中促长增产类包括促进粮食作物、油料作物、蔬菜、果木等种子的发芽势、发芽率提高,促进幼苗生长、作物增产、动物增重等方面的研究;育种类包括微生物、作物、动物育种;诱变机制类包括在引起细胞染色

体断裂、畸变,诱发基因突变,蛋白质、同工酶、自由基变化及对水的物理化学性质影响等方面的研究;杀菌保鲜类主要包括在农产品加工、贮存、食品保藏、中成药灭菌等方面的研究;防治害虫类主要是辐射不育防治病虫害的研究;细胞融合类包括电场诱导细胞融合、外源基因导入和辐射固定化酶和细胞、核磁共振等的应用研究;动物学类主要包括TDP医疗动物和辐射大白鼠等方面的研究;其他类包括综述、理论等方面的研究。

由表2各类论文的生产数量可以看出,10

表2 文献主题内容的分布

应用类别	年 度							
	1984—1985		1986—1989		1990—1993		1984—1993	
	电 离 辐 射	电 磁	电 离 辐 射	电 磁	电 离 辐 射	电 磁	电 离 辐 射	电 磁
促长增产	16	16	57	26	78	52	151	94
育 种	30	1	74	14	103	26	207	41
诱变机制	10	5	35	22	45	29	90	56
杀菌保鲜	12	6	42	21	78	45	132	72
防治害虫	14	0	33	0	33	2	80	2
细胞融合	3	3	5	6	15	25	23	34
动 物 学	4	7	6	13	5	10	15	30
改良土壤	1	3	2	3	1	11	4	17
其 它	5	5	30	8	31	19	66	32

年来,电离辐射和电磁生物技术的农业应用研究的基本内容是诱变育种、诱变机制、促长增产和杀菌保鲜。

### 2.1 电离辐射论文的主题内容

对于电离辐射来说,诱变育种方面的研究论文量最多,共207篇,占总文献量的27.0%。据报道,我国辐射育种始于1957年,据不完全统计,通过辐射育成的新品种为282个,占世界辐射育成品种总数的1/3,居世界首位。仅在1984—1991年间,突变育种育成品种就有108个<sup>[1]</sup>。这些新品种包括粮、棉、油、花、果和菜等50多种(适宜剂量为0.1—1kGy),其中山东的“鲁棉1号”、小麦“山农辐63”,浙江的水稻“原丰早”和辽宁的大豆“铁丰18”等9个品系获国家级发明奖,已成为当地的主干品种,其余多数

获国家、省部级科技进步奖。如今,辐射诱变育种正在向着更加深广和定向培育的方向发展,它与其他育种方法以及生物工程技术(离体培养、原生质体融合、基因工程)的结合是其发展的主要特征。粒子束辐射诱变育种技术是近年来开始开展的新型技术,中国科学院等离子体物理研究所和安徽农业科学研究院合作,将离子注入技术用于水稻育种研究,有三个新品系已通过省级技术鉴定<sup>[2]</sup>。离子注入生物效应技术的研究,在国内外都是一个全新的领域。可见,我国辐射诱变育种技术在不久的将来会有更新的突破。

从各年文献量的主题内容分布来看,10年中不同时期电离辐射的农业应用研究的侧重点有所不同。杀菌保鲜(主要是食品保藏)的研究

文献量虽然处于中位,但其增长速度最快(平均每年增长 20%)。尽管食品辐射保藏技术在六七十年代就取得了一定的进展,但人们对它的认识却经历了一个过程,直到 1983 年世界食品法规委员会(CAC)得出 10kGy 以下剂量辐照任何食品不会引起毒理学危害的结论后,才得到了更快的发展。我国现有用于食品辐射保藏技术研究应用的大小钴源达 70 余座<sup>[3]</sup>。在食品辐射保藏上先后通过技术鉴定的农副产品有大米,马铃薯、大蒜、洋葱(适宜剂量为 0.05—0.15kGy);香肠、猪肉、烧鸡(2—8 kGy);苹果(0.5—1.5kGy)、酱油(5—10kGy);生姜、人参、蜂制品、香烟(0.4—10kGy)等 20 余种。有的已获省市级科技成果奖,而且至少有 7 种物品已获得卫生部的认可。目前,食品辐射保藏技术正向商业化生产的方向迅速地发展。

近年来,电离辐射在促长、增产中正越来越多地受到人们的重视(文献量居第二),实验研究较为广泛,生产上已用于蚕业和渔业,增产效果显著。中国科学院原子能研究所开展的“中子辐照刺激对虾增产技术和开发研究”在 1990 年 2 月通过了技术鉴定。研究表明,经 14MeV 辐照(3—5min)后的仔虾和幼虾生长发育快,成活率高,平均增产 15%。不过对低剂量辐照所引起的有利效应,其机理如何,尚不十分清楚,看法不尽一致,故需要进行更深入的研究。辐射不育防治害虫的研究正处于试验探索阶段,已开展了应用昆虫辐射不育技术控制玉米螟、家蚕寄生蝇、菜蛾、桃小食心虫等有害昆虫的实验。田间释放实验表明,该技术可有效地压缩有害昆虫的群体<sup>[4]</sup>,可望这项技术的研究在我国会有更大的发展。

## 2.2 电磁生物技术论文的主题内容

对于电磁生物技术来说,促长增产是其应用研究的热点,发表论文数量最多,达 94 篇,占总文献量的 24.9%。大量的研究资料表明,经适宜的电场(100—200kV·m<sup>-1</sup>)、磁场(20—50 mT)、磁处理水(粮食类 0.1—0.2T;瓜果类为 0.2—0.4T)处理的种子,其发芽势、发芽率、呼吸强度大多都有提高(除个别负反应的种子),

且幼苗长势好,普遍增产 10—30%,效果显著的有水稻、小麦、玉米、花生、棉花、甜菜、蕃茄、黄瓜、食用菌等。用磁处理水浇灌的洋葱、胡萝卜、豌豆、大豆、黄瓜等作物比普通水浇灌的长势好,开花期和成熟期提前 1—3 天。目前,电磁技术应用于促长增产的研究已进入大面积推广和实用阶段,取得了不少可喜的成果。南京地理与湖泊研究所等应用静电技术处理粮油、经济作物和蔬菜种子,先后在南北五省区示范推广,试验总面积达 10 万余亩<sup>[5]</sup>,普遍增产 10% 以上。机械电子工业部第 33 研究所采用磁场处理技术,以大白菜、豆角、番茄为主,共试验 14 个品种,试验示范面积达 8000 余亩,增产幅度达 15% 左右<sup>[6]</sup>。中国科学院长春物理研究所研制的 D2C 型多种作物种子磁处理机,用于农作物上,几年来累计推广面积达 100 万亩,增产粮豆 1000 多万公斤<sup>[7]</sup>,取得了明显的经济效益和社会效益。此外,特定电磁波谱治疗仪(简称 TDP),近年来在畜牧业生产中亦开始了应用试验,结果表明<sup>[8]</sup>,TDP 对于提高种蛋的孵化率、健雏率、加快雏鸡、仔猪、仔兔的生长发育、增加体重和提高鸡的产蛋率等均有明显的效果。

在常温下应用强电场、磁场对农产品加工食品进行杀菌保鲜是近 10 年来发展较快的一项技术,其文献量与文献增长率均为第二。从文献的主题内容分析可知,采用高强电场、磁场处理粮食、果菜、肉、蛋、酱油、啤酒、牛奶等农产品,不仅能起到消毒灭菌的作用,而且可保持原色泽、原品味和不降低维生素 C 及氨基酸等的含量。例如,静电贮存的鸭梨、西瓜、桃和黄瓜在一定时间内其腐烂率均比对照组低,延长了其保鲜期<sup>[9]</sup>。山西农业大学用静电处理红星苹果(场强为 800—1200V·cm<sup>-1</sup>;时间为 30—60 min),结果表明,静电场能有效地降低其呼吸强度,保持果实在贮藏期的硬度和可溶性固形物的含量,延长了果实的寿命,提高了果实的贮藏品质<sup>[10]</sup>。鞍山静电技术研究设计院应用电磁场(4.3 × 10<sup>2</sup>T·kV·m<sup>-1</sup>·s<sup>-1</sup>)对鲜桔汁、啤酒、糖水、甜高粱液等进行杀菌,效果很好,均可达到国家食品标准,且消耗能源成本低(0.005 元/

瓶酒)<sup>[11]</sup>。

电磁场处理能促进种子萌发与作物生长、增产等是一个非常复杂的过程,对其作用机理,国内外还没有统一定论。我国的研究者们从不同方面(生物体不同层次包括个体、细胞及分子水平)对诱变机制进行了实验探索,其文献量居中位。研究表明:电磁场作用可引起种子萌发过程中脱氢酶、过氧化物酶、同工酶等酶系活性的增强,诱导膜电位增大,ATP含量增加,电导率降低,对细胞分裂及代谢活动和对水的折射率、电导率、表面张力、粘度及红外吸收光谱等等均有不同程度的影响。白希尧发现,静电场处理的水稻种子,其萌发时ATP含量比对照高出76.7%—216.7%<sup>[12]</sup>。厦门大学林沁英等利用酶分离技术将中华猕猴桃离体蛋白酶(活化酶)置于恒定磁场中处理后,立即进行酶活力测定,结果表明,经低磁场处理过的酶在4℃放置的过程中比天然酶稳定<sup>[13]</sup>。西北农业大学薛毓

华等用磁场、磁处理水处理番茄、小麦种子,发现磁处理对植物早期幼苗发育过程中ATP、DNA和总核酸含量均有不同程度的提高<sup>[14]</sup>。刁岗等通过实验表明,外磁场可使小麦过氧化物酶(POD)酶促反应体系的时间进程加快,反应速度提高<sup>[15]</sup>。

关于电磁场(电场、磁场、磁处理水、TDP等)在农业中应用产生的生物效应和对水作用的机理的理论研究(定性、定量)还处于探讨阶段<sup>[16-18]</sup>。尽管目前已提出了多种理论和假说(模型),但都还不能较全面地解释各种电磁生物效应和电磁场处理水效应现象。这些均需要进一步深入研究和通过实验证实。

### 3 核心期刊分析

电离辐射和电磁生物技术在农业中的应用涉及到农学、植保、畜牧、兽医、园艺、林学、农产

表3 载文量居前26名的期刊

电离辐射应用			电磁生物技术应用		
刊名	载文篇数	占总篇数%	刊名	载文篇数	占总篇数%
核农学通报	186	24.22	种子	13	3.44
核农学报	141	18.36	沈阳农业大学学报	11	2.91
辐射研究与辐射工艺学报	31	4.04	生物物理学报	10	2.64
吉林农业大学学报	12	1.56	物理	10	2.64
安徽农业大学学报	12	1.56	科学通报	10	2.64
生物化学与生物物理进展	10	1.30	生物化学与生物物理进展	9	2.38
园艺学报	10	1.30	吉林农业大学学报	8	2.12
西南农业大学学报	9	1.17	西北农业大学学报	8	2.12
浙江农业大学学报	9	1.17	食品科学	7	1.85
辐射防护通讯	8	1.04	食品工业科技	7	1.85
遗传学报	8	1.04	中兽医医药杂志	6	1.59
吉林农业科学	8	1.04	渔业机械仪器	6	1.59
山东农业科学	8	1.04	山东农业大学学报	5	1.32

品加工等许多领域,情报源分布很广。所统计的电离辐射文献来自196种期刊,其中国家级学术刊物14种,大专院校学报为46种。所统计的电磁生物技术文献来自206种期刊,其中国家级学术刊物为16种,大专院校学报76种。这从某种程度上反映出了我国电离辐射和电磁生物技术的农业应用研究论文的水平。又说明我国高等学校中拥有一支不可忽视的研究队

伍。按照各种刊物载文量的高低,将前26种重要期刊列于表3,供科研人员精选有关的研究主题阅读期刊时参考。

从表3可知,电离辐射方面的前3种期刊发文量为358篇,占电离辐射总文献量的46.7%,故可将该3种期刊确定为核心期刊,其中核农学报、辐射研究与辐射工艺学报是我国电离辐射的农业应用研究最权威的期刊。电磁

方面的 13 种期刊发文量为 110 篇,占电磁总文献量的 29.1%,这说明该类论文较为分散,目前还未见有专门刊登电磁生物技术的农业应用研究论文的刊物,还需要物理学、生物学、农业科学工作者等互相协作,联合创办该类刊物,以促进电磁技术的农业应用研究的更快发展。

总之,电离辐射和电磁生物技术的农业应用产生的宏观效应和微观机理的研究是需要进一步开发、研究和具有诱人前景的领域。

本文得到了山西农业大学郝晓玲教授的热心指导,谨表谢意。

### 参 考 文 献

[1] 王琳清,核农学通报,13-6(1992),292.

- [2] 吴敬德,安徽农学院学报,18-4(1991),320.
- [3] 孙来彦,农牧情报研究, No.2(1992),17.
- [4] 徐冠仁,科技导报, No.3(1992),32.
- [5] 王淑惠,生物化学与生物物理进展, 18-5(1991),392.
- [6] 高明英,物理通报, No.12(1992),33.
- [7] 唐树延,物理,23-1(1994),34.
- [8] 童孚中,畜牧与兽医,23-4(1991),264.
- [9] 白希尧,自然杂志,7-12(1984),906.
- [10] 程文林等,山西农业大学学报(增刊), 12-2 (1992), 15.
- [11] 白希尧,物理,20-3(1991),171.
- [12] 鲍重光,现代静电技术,万国学术出版社(1988),469.
- [13] 林沁英,生物化学与生物物理学报, 24-3(1992),256.
- [14] 薛毓华等,生物化学与生物物理进展, 18-3 (1991), 234.
- [15] 刁岗,生物物理学报,8-3(1992),512.
- [16] 李国栋,物理,23-6(1994),365—366.
- [17] 吴本玠,科技导报, No.2(1992),25.
- [18] 宋占英,种子, No.1(1993),45.

## 磁场处理对啤酒品质的影响

仲伟纲 张里仁

(泰山医学院,山东泰安 271000)

张开利 孙殿旭

(泰安市啤酒厂,山东泰安 271000)

**摘要** 采用永磁场装置,将瓶装熟、鲜啤酒放在磁场中静置处理。实验结果表明,磁场具有促使酒体成熟和抗氧化的作用。经磁场处理的啤酒,双乙酰含量降低,口味谐调、柔和,无异味和老化味。

**关键词** 磁场,啤酒品质

### 1 前言

啤酒是世界性的营养饮料,其成分有百余种,故有“液体面包”的美称。优质的啤酒口味纯正、爽口,无异味和明显的老化味,受到许多人的喜爱,社会需求量很大。然而,有的啤酒成熟度不够,双乙酰含量较高,并带有一些生粮杂味。尤其是啤酒在储运过程中,氧化较快,双乙酰的含量迅速升高。而双乙酰含量过高,会产生人们所厌恶的馊饭味;因此,促进酒体成熟,降低和控制双乙酰含量,对于提高啤酒的品质,

具有重要的意义。我们在酒处理白酒实验的基础上<sup>[1,2]</sup>,将瓶装鲜啤酒置于磁场中静置处理,获得初步结果。

### 2 材料与方法

#### 2.1 磁场

采用永磁板,做成长 40cm、宽 13cm、高 30cm 的盒式磁场发生装置。左右为 N, S 极相对。用 CST-11 型特斯拉计测量,盒式磁场发生装置的表面磁场强度为 60—100mT,中心磁场强度为 20—40mT。