

张波,邵汉良,王良. 低温等离子体技术及其在作物种子中的应用[J]. 江苏农业科学,2013,41(9):58-60.

低温等离子体技术及其在作物种子中的应用

张波¹, 邵汉良², 王良³

(1. 常州机电职业技术学院, 江苏常州 213164; 2. 江苏省常州中科常泰等离子体技术有限公司, 江苏常州 213032; 3. 上海交通大学, 上海 200240)

摘要:低温等离子体作物种子处理技术开辟了等离子体在农作物上应用的新途径,为农作物的高产、稳产创造出了一条新路子,丰富了我国农业增产技术。简述了低温等离子体种子处理技术的创新发展,介绍了等离子体技术在作物种子中的系列应用以及等离子体生物学效应和激活机理,对等离子体种子处理技术的发展和前景进行了展望。

关键词:等离子体;种子处理;应用技术;活力

中图分类号: S330.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)09-0058-02

低温等离子体通常是通过气体放电使气体电离而产生的一种高能聚集态,其中含有大量的电子、离子、光子、激发态的分子、原子及自由基等活性粒子,等离子体作物种子处理技术是国际上最新研究开发的农业增产新技术^[1-2],是物理技术在生物学和农业领域的应用。该技术起源于航天科学,太空发射携带的作物种子多数表现出异常的生长活力。根据这一启示,俄罗斯国家物理研究所最先研制出等离子体种子处理设备,模拟太空电离层状态,以气体离子(等离子体)、射线、电磁场、真空等多种因素共同作用于作物种子,激发其生理活性和潜在抗逆基因表达,从而提高作物的活力和抗旱、抗寒等抗逆性^[3];美国、乌克兰、韩国、以色列等国也研究和应用了这一技术^[4]。另外,美国、加拿大等国家还研究低温等离子体处理对种子进行灭菌消毒,便于储存。我国率先开展了低温等离子体种子处理技术的研究,完成了从设备研制、处理剂量确定、生理机制探讨到示范应用的全过程,形成了等离子体种子处理作物增产实用系列技术,并取得如下进展:(1)研制出低温等离子体作物种子处理设备;(2)通过实验室对种子和幼苗活力各种生理指标的测定,探明低温等离子体种子处理的相关机制,从生理和代谢角度证实低温等离子体种子处理能促进作物抗逆基因的表达,为等离子体增产技术的应用提供了可靠的理论依据;(3)通过大量室内研究和田间试验,找到低温等离子体剂量效应的普遍规律,研究确定了20种作物种子处理的适宜剂量范围;(4)研究开发出一系列等离子体作物增产实用技术,如小麦等离子体抗旱增产技术、玉米等离子体高产技术、大豆等离子体增产技术、蔬菜快速育秧高效增产技术和等离子体恢复老化种子活力技术;(5)等离子体种子处理技术在生产实践中得到证实,作物产量大幅度提高。

1 低温等离子体技术

1.1 低温等离子体种子处理技术

收稿日期:2013-02-23

基金项目:江苏省教育厅高校科研成果产业化推进项目(编号:JH1065);江苏省常州市应用基础研究项目(编号:CJ20110004)。

作者简介:张波(1978—),男,博士,副教授,主要从事等离子体技术应用研究。Tel:(0519)86331212;E-mail:glass114@163.com。

这些年我国农业科研人员也在不断摸索低温等离子体种子处理技术,并取得了实际应用效果。低温等离子体种子处理技术就是将种子放到等离子中,让种子与等离子体接触,因为等离子体是一种高能聚集态,它可以渗透种子表皮,和种子发生作用,使种子中的一些物质发生变化,从而刺激作物增产^[5]。

要应用等离子体来处理种子,首先要获得稳定的等离子体发生装置,常用的方法就是将空气电离形成空气等离子体,选取适当的密封容器,对密封容器进行抽真空处理,所谓真空就是低于1个大气压的气体状态,1个大气压为几万Pa,而用于产生等离子体真空的一般气压约100Pa,在这个密封的容器里还必须装有2个电极,这可以由2块导电的平行板构成,相当于1个平行板电容器,电极通过导线与外界相连,当真空度到100Pa左右时接通电源,在一定电压的作用下,真空容器中2个平行板电极间的空气被电离,就形成了空气等离子体,在两极板间主要是 N^- 、 O^{2-} 和电子,一般物质在等离子体状态下常常伴有辉光放电现象,这就是等离子体发生器的基本原理。有了等离子体发生器,然后将作物的种子以某种方式放入真空容器的两极板间,让极板间的等离子体与种子相互接触,通过一定时间、一定强度的等离子体处理,种子的活性就可以得到提高,在生产中达到提高作物产量的目的^[6]。

1.2 低温等离子体种子处理技术创新发展

利用低温等离子体技术对种子处理已越来越被人们认可,研制和开发低温等离子体种子处理设备也越来越受到重视^[7]。低温等离子体种子处理技术在俄罗斯已进行商业化,并在生产中得到了推广应用。对此,我国相关部门和单位也从国外引进了部分等离子体改性处理设备,但发现其存在很大的不足,即设备的工艺重复性很差,能耗较高,发现其根本的缺陷是设备的放电技术没有处理好,即在射频电场中产生了严重的直流放电现象,其根本原因是电极不对称。在射频的交变电场(13.56MHz)中,由于金属筒体参与了其中的一块电极(地)对另一块电极(靶)放电,大量的电荷不能释放而形成了直流电位,致使射频电场有效功率很小,无法完全达到工艺重复性要求。我国也有采用射频源连接2块平行的电极板产生辉光放电区来处理的技术,但是由于2块电极板和腔体内壁间也会产生辉光放电,致使功耗剧增、能源浪费,且不

能在 2 块极板间产生集中的辉光放电区,无法达到明显的效果。

低温等离子体设备中一个最重要的配件就是放电电源,通常所用的电源按频率可分为直流电源、低频电源、射频电源和微波等。如果采用直流电源,则为了防止电弧的形成而需要使用限流电阻器,对不同的气体和不同的工作条件都要改变限流电阻阻值,因此难以调控;如果采用低频电源,由于激发频率低,交变周期长,比等离子体存在的时间长,因而等离子体在每半个周期内变暗或熄灭,极不稳定;微波电源虽然频率高,等离子体稳定,反应活性大,但对于大体等离子体反应室而言,不仅微波电源价格昂贵,而且难以获得均匀的等离子体;在低气压辉光放电的等离子体改性设备中通常使用的射频电源频率是 13.56 MHz,由于其频率十分高,电子在快速的交变电场中往返振荡,不断的加速运动就会从电场中获得更多的能量,在这样高频电场的作用下,等离子体中活性粒子的熄灭时间比激发的半周期时间长得多,因此等离子体非常稳定,反应活性也非常强。另外,引进射频电源的 2 片电极只是产生高速变化的交变强电场,使电子在电场中获取能量,而非有传导电流通过,因此,电极本身不会过度加热。同时,不论等离子体反应室体积有多大,使用射频电源都可以获得均匀的等离子体工作区。

1.3 低温等离子体种子处理设备的研制

低温等离子体种子处理设备在我国属全新技术,借鉴俄罗斯技术,研制出等离子体种子激活处理设备,填补了我国国内空白。等离子体种子激活处理设备主要由射频匹配器、真空系统、等离子体发生装置和传动系统三部分组成。主要技术指标:工作真空室体积为 $\varphi 260 \text{ mm} \times 1\ 200 \text{ mm}$,产生等离子体时的气压为 30 ~ 105 Pa,工作电压 380 V,频率 50 Hz,功率 50 ~ 1 000 W,放电方式为辉光放电。

2 等离子体技术在作物种子中的应用效果

2.1 系列种子等离子体处理应用

对种子处理后的种植效果进行对比试验:在同一批玉米种子中各取 50 粒,分别进行 80、100、120、140、160 W 的等离子体处理,目的是比较不同功率的等离子体对种子发芽和幼苗阶段的影响,将它们均匀地摆放在培养皿中,并按照规范的培养方法进行培养,1 周后就可以观察玉米种子的发芽情况和幼苗长势。从试验结果可以明显地看出,所有经过等离子体处理的玉米幼苗长势都比较好,而没处理的长势却比较弱;没有处理的种子发芽率为 64%,100、140 W 处理的种子发芽率为 66%、72%,明显较高,但 160、80 W 处理的种子发芽率为 60%、56%,发芽率反而降低了。进一步的统计结果表明,不同种子、不同地区使用等离子体处理时最佳的功率是不同的。

在 2 块土壤条件完全相同的地块上种植辣椒,一边种植的是经过 160 W 等离子体处理过的辣椒种子,另一边种植的是没有处理的辣椒种子。在结果期可以看出 2 块地明显的区别,即处理过的辣椒长势旺,此时已经封垄,辣椒结果早、多、大;而没有处理的辣椒地块长势较差,还没有封垄,辣椒结果晚、少、小。此时,经过处理的辣椒株高一般约 50 cm,而没有经过处理的辣椒植株高一般 40 cm;每棵植株的分枝数也不一样,没有处理的辣椒植株一般只有 4 个分枝,而处理过的辣

椒约有 10 个分枝,这就是为什么经过处理的辣椒封垄早、结果多的原因。

在同一时期用等离子体处理过的玉米长得快、长得高,生育期提前了,当它到了开花期时,没有处理(对照)的玉米还在大喇叭口期。作为春玉米,如果开花早,它在灌浆时温度就稍低,因此在正常年份,它灌浆的时间就会长一些,籽粒会更饱满,根据几年的经验可知,产量一般都有明显的提高,大豆经过等离子体处理后生长状况也有明显的效果,160 W 等离子体处理后的大豆高一些、绿一些,结荚数也比较多,根系更发达,大豆的质量和产量明显提高。

2.2 低温等离子体恢复老化种子活力技术

利用等离子体处理,能够大幅提高老化种子的发芽势和发芽率。有研究表明,对于老化种子,如果其发芽率越低,活力提高幅度越大;同时,单子叶、双子叶作物对等离子体敏感度不同,双子叶作物比单子叶作物对等离子体处理较敏感。这一技术的应用对种业公司因积压造成品种老化,恢复种子的商品性以及种质资源的保存和利用有积极意义。

2.3 低温等离子体生物学效应和激活机理研究

对于等离子体种子处理的作用机理,可以通过试验来初步说明,取某品种的小麦做对比试验,在培养皿中培育经过等离子体处理的小麦和没有经过处理的小麦在相同条件下培育 1 周,各取 1 g 萌发的幼苗,置于研钵中,磨成均匀的浆体,倒入量筒中,稀释到一定的比例,然后用离心机分离,取上清液备用,因为作物体中的各种酶溶解于上清液中,所以利用这种上清液通过一定的技术手段就可以测出小麦苗中某些酶的活性,试验中测试淀粉酶(ATP)、过氧化物酶(POD)、超氧化歧化酶(SOD)的活性,这 3 种酶在作物生长中有很重要的作用,试验结果表明这 3 种酶活性在作物经过一定量的等离子体处理后明显提高。等离子体处理相关酶活性提高了 60.6% ~ 143.1%,ATP 含量增加了 9.1% ~ 62.2%。酶谱分析结果表明,酶带数量没有变化,但酶活性明显增强。植株叶片 ATP 含量增加了 13.9% ~ 178.5%,根系增加了 7.5% 左右,干旱胁迫条件下,作物叶片和根系中的渗透调节物质积累增加,POD 和 SOD 等保护性酶活性提高 12.9% ~ 60.8%。说明等离子体对种子萌发和作物具有促进效应,并且抗旱性显著增强。

3 展望

等离子体是当前物理学研究热点之一,它在生物学和农业领域的开发应用在国际上也才刚刚开始,而对于低温等离子体种子处理的作用机理还有待进一步研究,但它在作物增产和抗逆性等方面显示出的效果却是明显的,低温等离子体技术运用工业化生产的形式来促使农业增产,是一项革命性的农业增产新技术。等离子体种子处理技术在农业生产中的应用是一次投资,长期受益,运转成本低,无变异、无污染,增产效果显著,实用性强。要使广大农民接受这一农业新技术,需要有一个过程,要加大宣传力度,同时要有一定的资金和技术投入,尽快将设备进一步改进并标准化,实现批量和商品化生产,加强推广力度,扩大应用规模,创造更大的经济和社会效益,这一技术的推广无疑会对农业装备现代化产生重大的影响。

高 婷,王红春,石旭旭,等. 水稻机械化插秧栽培及其草害防除[J]. 江苏农业科学,2013,41(9):60-62.

水稻机械化插秧栽培及其草害防除

高 婷^{1,2}, 王红春², 石旭旭¹, 娄远来²

(1. 南京农业大学植物保护学院/南京农业大学农作物生物灾害综合治理教育部重点实验室, 江苏南京 210095;

2. 江苏省农业科学院植物保护研究所, 江苏南京 210014)

摘要:水稻机械化插秧栽培是我国水稻种植机械化的发展方向,其省工、省力、高产、高效等优势突出。虽然中小苗、宽窄行移栽模式限制了杂交稻及双季晚稻的机械化栽培,但是随着机插秧技术的不断完善,水稻的机插秧面积依然在逐年扩大。水稻机插秧田的生态条件利于水生、湿生等多种杂草种群的发生和危害,严重影响了水稻的高产稳产,有些杂草种群的危害甚至已经直接影响到水稻的正常种植。目前水稻机插秧田的草害防除主要是套用传统移栽田的杂草防除技术,未结合水稻机插秧田的生态特点、杂草的发生危害规律,从而导致除草效果不稳定、水稻表现出不同程度的药害等突出问题。

关键词:水稻;机插秧栽培;杂草;化学防除

中图分类号: S511.04;S451.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)09-0060-03

我国水稻的种植面积、单产、总产量及消费量均居世界之首,是稻米的重要进出口国^[1]。我国有30个省、市、自治区种植水稻,种植农户达1.58亿户,约占农户总数的64%^[2-3]。2001—2010年期间,我国的年平均水稻种植面积占我国谷物种植总面积的34.34%,平均水稻产量占谷物总产量的41.84%^[1,4]。

我国水稻的种植方式主要分为育秧移栽和直播两大类。水稻的育秧移栽栽培又可分为传统的手工移栽、抛秧和机械化插秧栽培等;而水稻的直播栽培也可分为水直播、旱播水管和旱直播等多种方式。多年以来,传统的人工栽培是我国水稻种植中最主要的方式,其特点是劳动强度大、成本高、效率低。水稻抛秧栽培则相对减轻了劳动强度,使得工作效率有所提高,但是由于抛秧的均匀度与操作有很大关系,其作业质量不能得到保证。近十多年来,水稻的直播栽培发展迅速,但是却一直存在品种与播期不配套、播种质量难以保证、杂草防

除成本高、抗灾能力弱、群体肥水调控难、易倒伏等问题,使得直播水稻不能发挥其稳产、增产的生产潜能^[5]。目前国外的水稻种植各有不同的成功模式,其中美国采用的是直播,包括飞机撒播和机械直播;日本采用的是育秧机械移栽,种植的机械化水平已经达到98%^[6-7];我国水稻种植的机械化相对落后,根据2007年的数据统计,我国水稻种植的机械化率仅为11%^[8]。综合比较水稻机械化插秧栽培与其他种植方式在产量、用工、抗逆性和效益等方面的优势,同时参考日本、韩国、台湾等国家和地区的经验,可以认为水稻机械化插秧栽培是我国水稻种植机械化的发展方向^[9]。

1 水稻的机械化插秧栽培

1.1 我国水稻机械化插秧栽培的发展历史与现状

在20世纪50—70年代,我国曾研制出多种型号的洗根苗插秧机,由于当时没有与育秧工艺相结合,两者不能很好地相互适应,使得水稻机插秧不能得到大面积推广。70年代末,我国从日本引进了盘育机插水稻种植的机械化技术,提高了水稻种植的机械化水平,并在此基础上研制了国产2ZT-935系列水稻插秧机。80年代我国农村开始实行家庭联产承包责任制,由于种植田块小而分散等原因,水稻机插秧的发展受到了限制,全国水稻的机插秧面积仅占全国水稻种植面积的0.5%^[10]。

2000—2006年我国插秧机的数量增加缓慢,而2007—

收稿日期:2013-02-21

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(12)3017]。

作者简介:高 婷(1988—),女,河南驻马店人,硕士研究生,从事杂草科学及除草剂的应用研究。E-mail: 2011102145@njau.edu.cn。

通信作者:娄远来,男,江苏兴化人,研究员,从事杂草科学及除草剂的应用研究。Tel: (025)84391119; E-mail: louyl@jaas.ac.cn。

参考文献:

[1] 金会芝. 浅谈等离子体种子处理技术[J]. 农村牧区机械化, 2012, 99(2): 45-46.

[2] Hajime S, Takehiro S, Ichiro T. Expression analysis of genes encoding plasma membrane aquaporins during seed and fruit development in tomato[J]. Plant Science, 2006, 171(2): 277-285.

[3] Yin M Q, Huang M J, Ma B Z, et al. Stimulating effects of seed treatment by magnetized plasma on tomato growth and yield[J]. Plasma Science and Technology, 2005, 7(6): 3143-3147.

[4] Tian X, Peng P, Paul K. Enhancement of process efficacy using seed plasma in pulsed high-voltage glow-discharge plasma implantation[J]. Physics Letters, 2002, 303(8): 67-71.

[5] 梁久丽. 等离子体种子处理技术的有益尝试[J]. 农机使用与维修, 2012, 103(1): 101-102.

[6] Marshal D, Sook-Yong L, Sang-Un P, et al. Using low-pressure plasma for *Carthamus tinctorium* L. seed surface modification[J]. Vacuum, 2006, 80(5): 499-506.

[7] 王 锐. 等离子体种子处理技术的试验推广[J]. 技术与市场, 2012, 19(3): 28, 30.