

# 冷等离子体处理对大葱种子发芽特性的影响<sup>\*</sup>

邵长勇<sup>1,2</sup> 方宪法<sup>3</sup> 唐欣<sup>4</sup> 赵立静<sup>2</sup> 张丽丽<sup>2</sup> 王德成<sup>1</sup>

(1. 中国农业大学工学院, 北京 100083; 2. 山东省种子有限公司, 济南 250100;

3. 中国农业机械化科学研究院, 北京 100083; 4. 山东省农业管理干部学院, 济南 250100)

**摘要:** 运用冷等离子体种子处理技术对大葱种子进行小于 20 s 非电离辐射处理, 研究该技术对于大葱种子发芽势和发芽率的影响。试验结果表明, 经不同功率冷等离子体处理后, 种子的发芽势和发芽率有明显变化。冷等离子体处理后放置 20 d 进行发芽试验, 当处理功率为 240 W 时种子的发芽势和发芽率提高最大, 分别比对照提高 10.6% 和 5.2%。冷等离子体处理后放置 20 d 和放置 4 d 进行发芽试验, 大葱种子的发芽势和发芽率都比对照有明显改变, 并且具有一致的规律性。

**关键词:** 冷等离子体 大葱种子 发芽特性 发芽率 发芽势

**中图分类号:** O539; S351.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2013)06-0201-05

## Effects of Low-temperature Plasma on Seed Germination Characteristics of Green Onion

Shao Changyong<sup>1,2</sup> Fang Xianfa<sup>3</sup> Tang Xin<sup>4</sup> Zhao Lijing<sup>2</sup> Zhang Lili<sup>2</sup> Wang Decheng<sup>1</sup>

(1. College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China

2. Shandong Province Seeds Group Co., Ltd., Ji'nan 250100, China

3. Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, Beijing 100083, China

4. College of Shandong Agricultural Administrators, Ji'nan 250100, China)

**Abstract:** Plasma seed processing technology was carried on green onion seeds for less than 20 s. The effect of the proposed technology on seed germination and seedling growth was analyzed. Different low-temperature plasma technologies were used on green onion seeds. The results showed that both germination potential and germination rate had obvious change after different low-temperature plasma process. The germination experiment was carried out after 20 d since low-temperature plasma process completing. When the treatment intensity was 240 W, the germination potential and germination rate increased by 10.6% and 5.2%, respectively, compared with the contrast. The germination experiment was also carried out after 4 d since low-temperature plasma process completing. The germination potential and germination rate also changed obviously.

**Key words:** Low-temperature plasma Seeds of green onion Germination characteristics Germination rate Germination potential

### 引言

从 20 世纪 70 年代开始, 国外科研人员就开始研究现代物理农业工程的单项技术, 低温等离子种

子处理是俄罗斯科学家发明的一种种子处理新技术<sup>[1]</sup>。该技术在俄罗斯及独联体国家已有一定的应用, 中小型工厂化低温等离子种子处理企业已经出现<sup>[2]</sup>。在美国、加拿大等国家也有这方面的报

道<sup>[3]</sup>。日本的研究发现,低温等离子有助于种子早发芽,促使作物提早成熟,经过低温等离子处理的种子可增加开花数量,提高作物产量<sup>[4]</sup>。国外研究证明低温等离子处理不仅具有电离辐射的能量作用过程,而且还具有质量沉积效应和电荷交换作用。通过等离子束对种子的照射,可以激活种子胚内生命物质,并使种皮相对软化,加快种子萌发和出苗的速度,可表现出一定的增产效果,同时起到抗旱防病等作用<sup>[5-10]</sup>。目前,国内的研究主要在弧光磁化等离子体的种子处理上,在处理过程中既有磁化处理效果,也有等离子体处理的效果,很难界定是哪种处理方式在起作用<sup>[11-12]</sup>。本文利用冷等离子体种子机,在真空密闭、充入氦气等模拟太空环境下处理大葱种子,通过分析大葱种子的发芽势、发芽率的变化,旨在探讨冷等离子体对种子的长期作用效果。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验装置与试验材料

#### 1.1.1 试验装置

试验装置为江苏省常州市中科常泰等离子体技术开发有限公司研制的 HL-2N 型冷等离子体种子处理机。该装置在模拟真空状态下进行密闭操作,适用于对作物种子进行等离子体激活处理,可以连续操作,连续加工,种子处理量大。

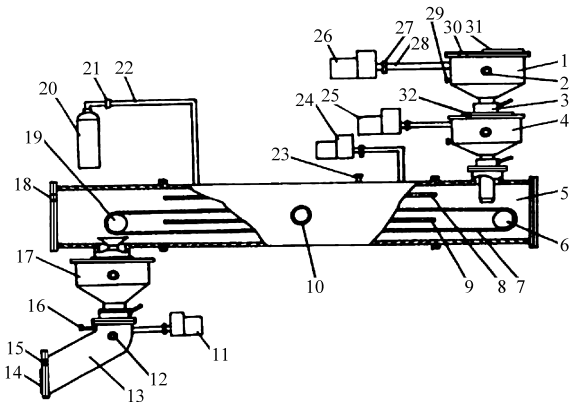


图1 冷等离子体装置简图

Fig.1 Diagram of low-temperature plasma

1.料室 I 2.视镜窗 I 3.蝶阀 4.料室 II 5.料室 III 6.被动轮 7.传送带 8.上极板 9.下极板 10.视镜窗 II 11.真空泵 I 12.视镜窗 III 13.料室 IV 14.出料盖 15.热偶规管 I 16.放气阀 I 17.料室 V 18.热偶规管 II 19.主动轮 20.气罐 21.气体给定阀 22.进气管 23.放气阀 II 24.真空泵 II 25.真空泵 III 26.真空泵 IV 27.电磁放气阀 28.真空管 29.放气阀 III 30.热偶规管 III 31.进料盖 32.热偶规管 IV

工作过程:将待加工种子装在真空料室 I 中,启动各真空泵抽真空达到工作相对压力,开蝶阀极板起辉,产生等离子体,启动主动轮传送带开始工作,

加工处理种子。料室 III 也称为真空工作室,是在真空状态下对种子进行等离子体激活处理的地方。种子在料室 III 等离子体环境中保持 20 s。由于料室 I、II、III 和料室 IV 相互之间通过蝶阀隔开,因此种子可以在工作状态下依次进入料室进行连续工作。驱动电动机与主动轮连接,带动被动轮转动。

HL-2N 型冷等离子体种子处理机通过气体放电使气体电离,气体放电中气体分子和原子吸取了外界的能量被分解和电离,成为带负电的电子和带正电的离子,形成等离子体。当种子通过等离子体辉光放电区时受到光的作用,光与种子表层相互作用时光被吸收和散射,吸收的部分能量迫使电子产生振动而转换为热能,当物质分子吸收光子,其电子会从较低能态(基态)跃迁到较高能态(激发态),使分子吸收能量而引起能级跃迁,即由基态跃迁到激发态能级,引起物质的能态跃迁,从而使种子增强生命活力。

#### 1.1.2 试验材料

以山东省种子总公司选育的光辉品种大葱种子为试验材料。

### 1.2 试验设计

#### 1.2.1 试验介质

试验装置抽成真空后,注入适量氦气,用氦气作为介质进行种子处理。氦气为无色,无味,不燃烧的惰性压缩气体。氦气的导电性是空气的 75 倍,透射力强,在大气压下 2~8 mm 气隙的高频大气压氦气很容易实现稳定的均匀放电,并且其放电模式为辉光放电,被广泛应用于等离子体和激光器等研究<sup>[13]</sup>。因此,本试验在真空工作室中充入氦气作为介质,实现稳定均匀放电。

#### 1.2.2 种子处理

选择籽粒饱满、大小均匀(千粒质量 2.85 g 左右)的大葱种子,由冷等离子体处理设备设置不同参数进行处理,种子处理时间为 20 s。设置处理功率为 0、10、20、40、60、80、100、120、140、160、180、200、220、240、260、280、300、350 和 400<sup>[13]</sup> W。每处理为 400 粒种子,平均分作 4 份作为 4 个重复,每个重复均为 100 粒种子。

以往学者运用大连生产的弧光磁化等离子体试验认为,播种前 5~12 d 为处理种子最佳时期。本试验设计不再重复以往学者的结果,而是将种子处理后放置 4 d 和 20 d 作为本试验的时间节点,分别进行发芽试验。

#### 1.2.3 发芽试验

经过冷等离子体处理的种子,通过预先冷冻破除休眠后,整齐摆放在直径为 7 cm 铺有两层滤纸的

培养皿的底部,每皿100粒,加4 mL蒸馏水,置20℃培养箱中进行暗培养。试验设置1个对照,18个处理,对照和每个处理进行4次重复试验,整个过程保证水分供应充分。

#### 1.2.4 发芽势、发芽率测定

按照GB/T 3543.4—1995《农作物种子检验规程 发芽试验》,大葱的初次计数时间是第6天(发芽势),末次计数时间为第12天。由于冷等离子体处理大葱种子可能在处理后一段时间内对发芽率存在一定的抑制性,末次计数时有些种子存在刚冒芽,难于判断是否是正常苗,故根据试验实际情况延长一周。开始发芽第6天开始初次计数,每天记录种子发芽情况,第19天为末次计数,萌发结束后计算发芽势和发芽率。

发芽势是指种子发芽初期在规定时间内能正常发芽的种子粒数占供检种子粒数的百分率,是判断田间出苗率的指标,大葱种子发芽势以发芽第6天开始初次计数的发芽数来计算;发芽率是指种子发芽终止在规定时间内全部正常发芽种子粒数占供检种子粒数的百分率,是用以判断田间出苗率,大葱种子的发芽率以发芽第19天开始末次计数的发芽数来计算。

#### 1.2.5 结果计算

按照国家标准,试验结果以粒数的百分率表示,本试验的最大容许误差6%。当一个试验的4次重复(每个重复以100粒计,相邻的副重复合并成100粒的重复)正常幼苗的百分率都在最大容许误差范围内,则其平均数表示发芽百分率。不正常幼苗、硬实、新鲜不发芽种子和死种子的百分率按4次重复平均数计算。正常幼苗、不正常幼苗和未发芽种子百分率的总和必须为100,平均数百分率修约到最近似的整数,修约0.5进入最大值中。

$$G_R = \frac{n}{N} \times 100\%$$

式中  $G_R$ ——发芽势,%  $N$ ——种子总数  
 $n$ ——发芽初期规定时间的正常发芽数

$$G_{R1} = \frac{n_1}{N} \times 100\%$$

式中  $G_{R1}$ ——发芽率,%  
 $n_1$ ——种子发芽规定时间内正常发芽数

## 2 结果与分析

### 2.1 发芽势

大葱种子发芽势随不同功率冷等离子体处理的变化如表1所示。4 d和20 d分别代表处理后放置4 d和20 d的发芽势,对照种子相应发芽势为64%

表1 冷等离子体处理大葱种子后的发芽势

Tab.1 Germination potential of green onion seeds stimulated by low-temperature plasma processing %

处理 功率/W	处理种子发芽势		与对照相比增减	
	4 d	20 d	4 d	20 d
10	67	67	4.7	1.5
20	64	62	0	-6.1
40	76	67	18.8	1.5
60	61	62	-4.7	-6.1
80	66	68	3.1	3.1
100	61	60	-4.7	-9.1
120	60	66	-6.3	0
140	63	61	-1.6	-7.6
160	49	57	-23.4	-13.6
180	71	62	10.9	-6.1
200	64	68	0	3.0
220	67	68	4.7	3.0
240	68	73	6.3	10.6
260	59	64	-7.8	-3.0
280	59	61	-7.8	-7.6
300	68	63	6.3	-4.5
350	64	61	0	-7.6
400	67	51	4.7	-22.7

和66%。

从表1可以看出,不同功率冷等离子处理大葱种子,处理后放置4 d和放置20 d的发芽势均比对照有明显改变。

试验结果表明,当处理功率为40、180、300、350和400 W时,处理后放置4 d的发芽势明显高于放置20 d的发芽势;当处理功率为120、160、240和260 W时,处理后放置4 d的发芽势明显低于放置20 d的发芽势;当处理功率为10、20、60、80、100、140、200、220和280 W时,处理后放置4 d的发芽势和放置20 d的发芽势趋于一致。说明不同的处理功率对种子的抑制和促进作用不同,有的在处理后短时间内有抑制作用,而有的在处理后短时间内有促进作用。

当处理功率为10、40、80、200、220和240 W时,处理后放置4 d的发芽势和放置20 d的发芽势与对照相比都呈现正值,发芽势都有明显提高,说明上述功率处理对大葱种子的发芽势起到了促进作用;当处理功率为20、60、100、140、160、260和280 W时,处理后放置4 d和放置20 d的发芽势与对照相比较都呈现负值,发芽势都有明显降低,说明上述处理功率对大葱种子的发芽势起到了抑制作用;处理功率为120、180、300、350和400 W时没有一致性的规律。

冷等离子处理后放置4 d开始进行发芽势试

验,当处理为 40 W 时,种子的发芽势比对照提高了 18.8%;随处理功率的加大发芽势逐渐变小,160 W 时达到最小,发芽势为 49%,比对照降低 23.4%;随着处理功率不断加大发芽势逐渐提高,但最高未超过 40 W 处理效果。因此,处理后放置 4 d 开始进行发芽势试验的情形下,发芽势最佳处理功率为 40 W。

冷等离子处理后放置 20 d 开始进行发芽势试验的情形下,当处理为 240 W 时,种子的发芽势比对照提高了 10.6%,达到最大值;随着处理功率加大,发芽势逐渐下降。因此,处理后放置 20 d 开始进行发芽势试验的情形下,发芽势最佳处理功率为 240 W。

## 2.2 发芽率

大葱种子发芽率随不同功率冷等离子体处理的变化如表 2 所示。4 d 和 20 d 分别代表处理后放置 4 d 和 20 d 的发芽率,对照种子相应发芽率为 75% 和 77%。

表 2 冷等离子体处理大葱种子后的发芽率

Tab.2 Germinationrate of green onion seeds after low-temperature plasma processing %

处理 功率/W	处理种子发芽率		与对照相比增减	
	4 d	20 d	4 d	20 d
10	78	77	4.0	0
20	76	76	1.3	-1.3
40	81	77	8.0	0
60	73	77	-2.7	0
80	78	79	4.0	2.6
100	74	69	-1.3	-10.4
120	73	79	-2.7	2.6
140	78	72	4.0	-6.5
160	70	76	-6.7	-1.3
180	78	71	4.0	-7.8
200	74	76	-1.3	-1.3
220	76	78	1.3	1.3
240	80	81	6.7	5.2
260	74	76	-1.3	-1.3
280	77	76	2.7	-1.3
300	78	74	4.0	-3.9
350	75	74	0	-3.9
400	78	65	4.0	-10.4

从表 2 可以看出,冷等离子处理大葱种子,处理后放置 4 d 和放置 20 d 开始进行发芽率试验,发芽率比对照均有明显改变。

试验结果表明,当处理功率为 10、40、100、140、180、280、300、350 和 400 W 时,处理后放置 4 d 的发芽率明显高于放置 20 d 的发芽率;当处理功率为 60、80、120、160、200、220、240 和 260 W 时,处理后放置 4 d 的发芽率明显低于放置 20 d 的发芽率;当

处理功率为 20 W 时,处理后放置 4 d 的发芽率和放置 20 d 的发芽率趋于一致。说明不同的处理功率对于种子的抑制和促进作用不同,有的处理功率在处理后短时间内有抑制作用,而有的处理功率在处理后短时间内有促进作用。

当处理功率为 10、40、80、220 和 240 W 时,处理后放置 4 d 和放置 20 d 的发芽率与对照相比,都呈现正值,发芽率都有明显提高,说明上述处理功率对大葱种子的发芽率起到了促进作用;当处理功率为 60、100、160、260 和 350 W 时,处理后放置 4 d 和放置 20 d 的发芽率与对照相比,都呈现负值,发芽率都有明显降低,说明上述处理功率对大葱种子的发芽率起到了抑制作用;处理功率为 20、120、140、180、200、280、300 和 400 W 时,没有一致性的规律。

冷等离子处理后放置 4 d 开始进行发芽率试验,当处理功率为 40 W 时,种子的发芽率比对照提高了 8.0%;随着处理功率的加大发芽率逐渐减小,并且有很大的波动性,处理功率达 160 W 时,比对照降低了 6.7%;以后尽管有上升趋势,但始终没有超过 40 W 时的处理效果。因此,处理后放置 4 d 开始进行发芽率试验的情形下,得到最大发芽率处理功率为 40 W,这与发芽势的结论是一致的。

冷等离子处理后放置 20 d 进行发芽率试验的情形下,当处理功率为 10~200 W 时,发芽率与对照相比大部份是负值;当处理功率为 220 W 时,发芽率比对照增幅为 1.3%;当 240 W 时,种子的发芽率比对照提高了 5.2%;而处理功率达 260 W 以后,种子的发芽率与对照相比均成了负值,起到了一定的抑制作用。因此,处理后放置 20 d 开始进行发芽率试验的情形下,得到最大发芽率处理功率为 240 W。这与发芽势的结论也是一致的。

## 3 结论

(1) 冷等离子体处理大葱种子,处理后放置 4 d 和放置 20 d 进行发芽试验,发芽率和发芽势与对照均有明显差异,冷等离子体对于大葱种子的发芽势和发芽率有显著影响。

(2) 播种前 4 d 用冷等离子体处理大葱种子,处理功率为 40 W 对刺激大葱种子活力、促进种子发芽和幼苗生长效果最佳;播种前 20 d 用冷等离子体处理大葱种子,处理功率为 240 W 对刺激种子活力、促进种子发芽和幼苗生长效果最佳。

(3) 种子在处理 20 d 播种,依然具有处理效果,并且与处理后 4 d 具有一致性的规律。

## 参 考 文 献

- 1 郝学金,秦建国. 低温等离子种子处理研究初报[J]. 山西农业科学,1998,26(2):39~41.  
Hao Xuejin, Qin Jianguo. Preliminary study on low temperature plasma treatment of seed [J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 1998,26(2):39~41. (in Chinese)
- 2 李瑞福. 等离子体机种子处理技术[J]. 北方水稻,2010,40(4):52~53.  
Li Ruifu. Plasma machine seed treatment technology[J]. North Rice, 2010,40(4):52~53. (in Chinese)
- 3 尹美强. 磁化弧光等离子体对种子生物效应的研究[D]. 大连:大连理工大学,2006.  
Yin Meiqiang. Research of magnetized arc plasma on seeds biological effects [D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2006. (in Chinese)
- 4 张宇航,张景楼,王清发. 物理方法在甜菜种子处理上的应用[J]. 中国甜菜糖业,2005(2):20~22.  
Zhang Yuhang, Zhang Jinglou, Wang Qingfa. The application of physical methods in sugar beet seed treatment[J]. China Beet and Sugar, 2005(2):20~22. (in Chinese)
- 5 徐志莹,陈波,魏振,等. 不同种子处理方法对玉米产量的影响[J]. 农业科技与装备,2011(4):15~16.  
Xu Zhiying, Chen Bo, Wei Zhen, et al. Effect of various seeds treatments on maize yields[J]. Agricultural Science & Technology and Equipment, 2011(4):15~16. (in Chinese)
- 6 刘山,欧阳西荣,聂荣邦. 物理方法在作物种子处理中的应用现状与发展趋势[J]. 作物研究,2007,21(5):520~524.  
Liu Shan, Ouyang Xirong, Nie Rongbang. Application status and development trend of the physical methods in the crop seed treatment[J]. Crop Research, 2007,21(5):520~524. (in Chinese)
- 7 邵长勇,王德成,唐欣,等. 弧光磁化等离子体种子处理装备应用现状及发展趋势[J]. 中国种业,2012(8):1~3.  
Shao Changyong, Wang Decheng, Tang Xin, et al. Arc plasma system and its application & development trends on pre-sowing seeds treatment[J]. China Seed Industry, 2012(8):1~3. (in Chinese)
- 8 胡良龙,田立佳,胡志超,等. 物理农业技术在种子选后处理中的应用[J]. 安徽农业科学,2007,35(13):3778~3779.  
Hu Lianglong, Tian Lijia, Hu Zhichao, et al. Application of physical agriculture techniques in cleaned seeds treatments [J]. Journal of Anhui Agricultural Science, 2007,35(13):3778~3779. (in Chinese)
- 9 Yin Meiqiang, Huang Mingjing. Stimulating effects of seed treatment by magnetized plasma on tomato growth and yield[J]. Plasma Science & Technology,2005(6):3143~3147.
- 10 付三玲,张伏,李建昌,等. 几种物理技术在农业中的应用及展望[J]. 农机化研究,2006(1):36~38.  
Fu Sanling, Zhang Fu, Li Jianchang, et al. Several physical techniques in agriculture and prospects [J]. Agricultural Mechanization Research, 2006(1):36~38. (in Chinese)
- 11 石玉海,方向前,许东恒,等. 等离子体不同剂量处理大豆种子对生物学性状、产量及产值的影响[J]. 吉林农业科学,2010,35(6):6~7,29.  
Shi Yuhai, Fang Xiangqian, Xu Dongheng, et al. Effect of plasma treatment of soybean seed with different radiation intensity on biological traits, yield and economic output[J]. Journal of Jilin Agricultural Sciences, 2010,35(6):6~7,29. (in Chinese)
- 12 罗海云,冉俊霞,王新新,等. 大气压不同惰性气体介质阻挡放电特性的比较[J]. 高电压技术,2012,38(5):1070~1077.  
Luo Haiyun, Ran Junxia, Wang Xinxin, et al. Comparison study of dielectric barrier discharge in inert gases at atmospheric pressure[J]. High Voltage Engineering,2012,38(5):1070~1077. (in Chinese)
- 13 李心平,李玉柱,马福丽,等. 玉米种子抗压特性及裂纹生成规律[J]. 农业机械学报,2011,42(8):94~98.  
Li Xinping, Li Yuzhu, Ma Fuli, et al. Anti-pressing properties and crack formation law of corn seed [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,2011,42(8):94~98. (in Chinese)