

doi:10.6041/j.issn.1000-1298.2013.06.035

冷等离子体处理对水稻种子萌发的影响^{*}

王永维 曹林 王俊 程绍明 李成龙

(浙江大学生物系统工程与食品科学学院, 杭州 310058)

摘要: 为提高水稻种子的萌发性能,利用冷等离子体处理机分别以空气、氦气为真空室环境介质,以60、70、80、90和100 W的处理功率对浙优023、秀水134和浙优6326 3种水稻种子进行处理,并进行发芽试验。结果表明,在60~100 W的处理功率范围内,冷等离子体处理对水稻种子的萌发具有明显的促进作用,与未经任何处理的对照组相比,以空气、氦气为处理介质3种水稻种子的发芽势、发芽率分别可提高1.75%~13.5%、1.0%~8.75%;以空气为处理介质,浙优023、秀水134、浙优6326水稻种子的较佳冷等离子体处理功率分别为90、100和80 W;以氦气为处理介质,秀水134、浙优6326水稻种子的较佳处理功率为60 W,但浙优023水稻种子不宜以氦气为介质进行冷等离子体处理。

关键词: 水稻种子 冷等离子体 萌发 发芽势 发芽率

中图分类号: O539; S351.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2013)06-0206-04

Influence of Cold Plasma Treatment on Rice Seed Germination

Wang Yongwei Cao Lin Wang Jun Cheng Shaoming Li Chenglong

(School of Biosystems Engineering and Food Science, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

Abstract: In order to improve the performance of rice seed germination, cold plasma processor with the medium of air and helium (He) in vacuum environment was used respectively to process three kinds of rice seed, Zheyu023, Xiushui134, and Zheyu6326. The powers used in processing were 60 W, 70 W, 80 W, 90 W and 100 W. The germination test was conducted after cold plasma treatment. It turned out that the cold plasma treatment had obvious promoting effects to rice seed germination when the power was 60 W to 100 W. Compared with the untreated group, germination vigor of the above three experimental groups increased by 1.75% to 13.5% with the air and helium (He) processing medium, while the percentage germination increased by 1.0% to 8.75%. The best treatment power of Zheyu023, Xiushui134, Zheyu6326 were 90 W, 100 W, 80 W in air processing medium, respectively. And when it came to helium (He) medium, Xiushui134, Zheyu6326 were better to be processed at 60W. Zheyu023, however, was not suitable to treat in helium (He) condition.

Key words: Rice seed Cold plasma Germination Germination vigor Percentage germination

引言

大气压等离子体技术、冷等离子体技术已在工业、医疗等领域广泛应用,将该技术应用于农业生产在国内外尚属新的研究领域。水稻种子发芽是在一

系列酶的催化作用下完成的^[1],而种子经等离子体处理可激发萌发生理生化过程的相关酶。近年来,国内外学者研究表明,通过大气压等离子体或冷等离子体处理,能够破除蔬菜、谷物和豆类等种子休眠,促进种子萌发和作物生长,能够有效杀灭种子表

收稿日期:2012-07-18 修回日期:2012-09-06

^{*} 国家高技术研究发展计划(863计划)资助项目(2012AA10A504)、公益性行业(农业)科研专项经费资助项目(201203052)、浙江省“三农六方”专项资金资助项目和浙江省重大科技专项(优先主题)农业资助项目(2008C12060-1)

作者简介:王永维,副教授,博士,主要从事农业机械研究,E-mail:wywzju@zju.edu.cn

通讯作者:王俊,教授,博士生导师,主要从事农业机械和农产品加工研究,E-mail:jwang@zju.edu.cn

面的曲霉、青霉和真菌等,冷等离子体处理能够清除农产品表面的真菌孢子等^[2-12]。此外,等离子体技术还应用于农业工程中秸秆裂解液化处理、荷电喷雾的雾化、改善拖拉机尾气排放等方面^[13-15]。但现有大气压等离子体在处理种子时不易改变处理空间的环境气体介质,冷等离子体虽然可以改变真空环境空气介质,而现有报道的研究均以空气为处理介质,因此不能很好地发挥具有稀薄氮气的太空中等离子体对作物种子的激活作用。同时,对不同种子、不同品种所需的等离子体处理方法不同,需要进一步深入研究。本文分别以空气、氮气为处理空间环境气体介质,研究不同功率冷等离子体处理对水稻种子萌发特性的影响,优选不同品种水稻种子较佳的冷等离子体处理方法。

1 材料与方法

1.1 试验仪器

种子处理试验采用 HD-3N 型冷等离子体种子处理仪,其结构示意图如图 1 所示。

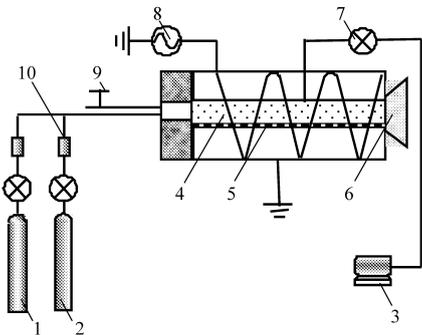


图 1 冷等离子体种子处理仪结构与原理

Fig. 1 Structure and principle of cold plasma seed processor

1. 氮气瓶 2. 空气瓶 3. 真空泵 4. 真空室 5. 样品盘 6. 密封盖 7. 截止阀 8. 射频电源 9. 进气阀 10. 流量阀

冷等离子体种子处理仪主要参数:本底绝对压力小于或等于 5 Pa;工作绝对压力 10 ~ 200 Pa,精度 ± 1 Pa;固态射频电源,频率 13.56 MHz,功率范围 0 ~ 200 W,精度 ± 1 W。工作原理:真空泵抽气使真空室产生负压,由流量阀控制真空室内的绝对压力,同时控制进入真空室的气体介质为空气或氮气。当真空室压力达到处理要求的绝对压力时,启动射频电源,真空室内便产生等离子体并对其内样品盘内样品进行处理。处理种子时,先设定处理功率,然后将种子单层均匀撒放在样品盘内,放入真空室,再使真空室内压力达到要求压力,启动射频电源产生等离子体,样品盘内的种子便按预先设定的功率和处理时间进行冷等离子体处理。

种子发芽试验采用 DRX-1500 型冷光型植物气候箱,温度控制范围 $-5 \sim 50^\circ\text{C}$,精度 $\pm 1.5^\circ\text{C}$;相

对湿度控制范围 50% ~ 85%,精度 $\pm 2\%$;光照度控制范围:0 ~ 4600 lx。

1.2 试验材料

试验材料为由种子公司购买的新鲜的浙优 023、秀水 134 和浙优 6326 水稻种子。

1.3 试验方案

1.3.1 水稻种子等离子体处理

以真空室内气体为空气和氮气环境下对不同品种的水稻种子进行等离子体处理。试验共设 6 个处理,通过控制射频电源调节处理功率,处理功率分别为 60、70、80、90 和 100 W,以及一个未经任何处理的种子作对照组(CK)。各处理种子量为 1 500 粒,处理时间均为 15 s。

1.3.2 发芽试验

不同品种水稻种子经等离子体处理后放置 7 d,按照 GB/T 3543.4—1995《农作物种子检验规程 发芽试验》^[16]进行试验:将各处理组种子同时浸种 24 h,再置于铺有两层滤纸的培养皿内,每皿放种子 100 粒,加入适量蒸馏水,每个处理重复 4 次。然后将盛有种子的培养皿放到人工气候培养箱,采用光照培养,温度 28°C ,相对湿度 75%。第 3 天统计不同处理种子的发芽势,第 5 天统计发芽率,并求每个处理发芽势、发芽率的平均值。

2 试验结果与分析

2.1 试验结果

试验于 2012 年 5 ~ 6 月在浙江大学进行。试验测得未经任何处理的对照组水稻种子(CK)发芽特性如表 1 所示。以空气和氮气为真空室处理环境介质气体,不同冷等离子体处理功率处理后水稻种子的萌发特性如图 2、3 所示。

表 1 未处理水稻种子(CK)萌发特性

Tab. 1 Germination properties of untreated rice seeds

| 萌发特性 | 水稻种子品种 | | |
|------|--------|--------|---------|
| | 浙优 023 | 秀水 134 | 浙优 6326 |
| 发芽势 | 78.00 | 76.25 | 80.00 |
| 发芽率 | 87.25 | 89.00 | 86.25 |

2.2 处理功率

由表 1 和图 2 知,不同功率冷等离子体处理对水稻种子萌发具有明显的促进作用,所有处理水稻种子的发芽势均大于未经任何处理的对照组种子,不同品种水稻种子经不同真空环境介质处理的发芽势提高 1.75% ~ 13.5%。在 60 ~ 100 W 的处理功率范围内,冷等离子体处理对不同品种水稻种子萌发激励作用不同。当以空气为处理介质时,浙优

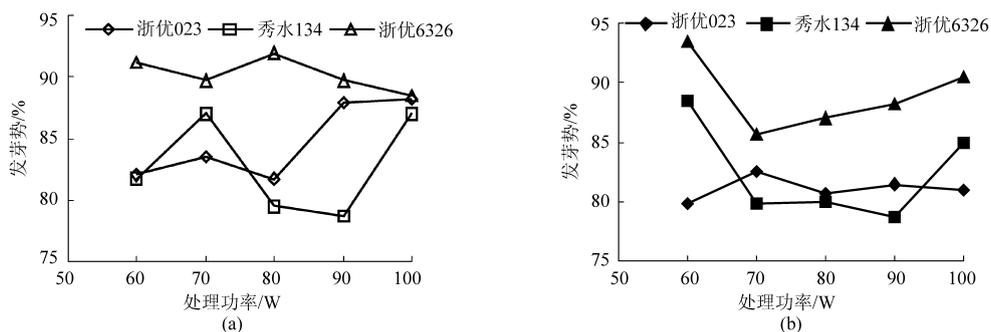


图2 不同冷等离子体处理功率对水稻种子发芽势的影响

Fig. 2 Effects of different treat powers with cold plasma on germination vigor

(a) 空气介质 (b) 氦气介质

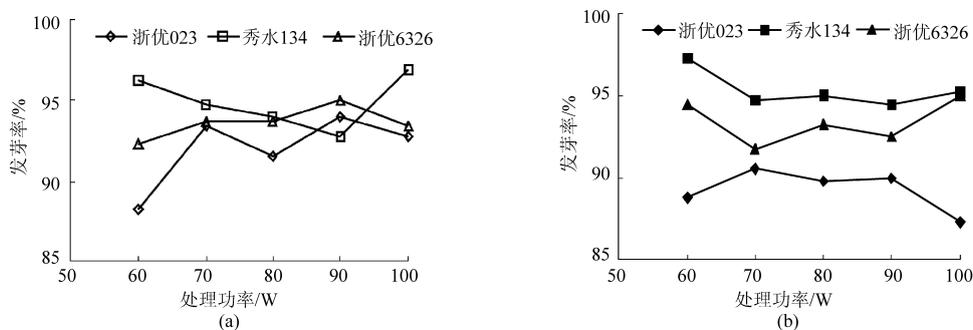


图3 不同冷等离子体处理功率对水稻种子发芽率的影响

Fig. 3 Effects of different treat powers with cold plasma on germination rate

(a) 空气介质 (b) 氦气介质

023、秀水 134 和浙优 6326 水稻种子随着处理功率增加,发芽势先增加后略有下降,其中浙优 023、秀水 134 水稻种子在处理功率 100 W 时发芽势达到最大值,分别较未处理对照组的发芽势提高 10.25%、10.75%;浙优 6326 水稻种子在处理功率 80 W 时发芽势最大,大于未处理对照组 12%。当冷等离子体处理介质为氦气时,秀水 134、浙优 6326 水稻种子随着处理功率增加,发芽势先迅速下降然后略有上升,在处理功率 60 W 时发芽势最大,分别高于未处理对照组 12.25%、13.50%;浙优 023 水稻种子随着处理功率增加,发芽率先略升高,然后呈下降趋势,在处理功率 70 W 时发芽势达到最大值,较未处理对照组提高 4.5%。可见,冷等离子体处理可显著提高水稻种子的发芽势。

由表 1 和图 3 知,不同功率冷等离子体处理均促进了水稻种子发芽,经冷等离子处理后不同品种水稻种子的发芽率均大于对照组,增幅达 1.0%~8.75%。在 60~100 W 的处理功率范围内,以空气为处理介质时,秀水 134 水稻种子随处理功率增高发芽率先略下降后升高,处理功率 100 W 时发芽率达到最大值,高于对照组 8%;浙优 023、浙优 6326 水稻种子随着处理功率增加发芽率增加,在 90 W 处理功率时发芽率最大,分别较对照组提高 6.75%、8.75%。当以氦气为处理介质时,随着处理

功率增高,秀水 134、浙优 6326 水稻种子的发芽率均呈下降趋势,处理功率 60 W 时发芽率最大;浙优 023 水稻种子的发芽率随处理功率增加先略增加,后下降,处理功率 70 W 时发芽率达到最大值。

综上,要使水稻种子经冷等离子处理同时达到较大的发芽势、发芽率,以空气为处理介质时,浙优 023、秀水 134 和浙优 6326 较佳处理功率分别为 90、100 和 80 W,其发芽势分别提高 10%、10.75% 和 12.0%,发芽率分别提高 7.75%、8.0% 和 7.5%。

2.3 处理介质

冷等离子体处理真空环境介质对水稻种子萌发影响明显。由图 2、图 3 知,秀水 134、浙优 6326 水稻种子的发芽势、发芽率达到最大值时,以氦气为处理介质所需处理功率仅 60 W,而要达到基本相同的发芽势,以空气为处理介质进行冷等离子体处理,秀水 134、浙优 6326 水稻种子所需的冷等离子体处理功率分别为 70、80 W,要达到基本相同的发芽率,秀水 134、浙优 6326 水稻种子所需的冷等离子体处理功率分别为 100、90 W。可见,以氦气为冷等离子体处理水稻种子的环境介质,在达到与以空气为介质同样处理效果时,可以明显降低处理所需的功率,在冷等离子体低功率条件下即可达到较好的处理效果,有利于保护种子免受损害。但由图 2、图 3 知,浙优 023 水稻种子以氦气为介质进行冷等离子体处

理后,不同功率处理后的发芽率、发芽势均小于以空气为介质处理的发芽率、发芽势,可见浙优 023 水稻种子不宜采用氦气介质进行等离子体处理。

3 结论

(1) 冷等离子体处理对水稻种子的萌发具有明显的促进作用,在 60~100 W 的处理功率范围内,以空气和氦气为处理介质,浙优 023、秀水 134、浙优 6326 水稻种子的发芽势可提高 1.75%~13.5%,发芽率增加 1.0%~8.75%。

(2) 以空气为处理介质,浙优 023、秀水 134、浙

优 6326 水稻种子的较佳冷等离子体处理功率为 90、100 和 80 W,处理后发芽势分别提高 10%、10.75% 和 12.0%,发芽率分别提高 7.75%、8.0% 和 7.5%。

(3) 冷等离子体处理真空室环境介质对水稻种子处理效果有明显影响,不同水稻种子需要不同的处理介质。以氦气为处理介质,秀水 134、浙优 6326 水稻种子的较佳处理功率为 60 W,发芽势分别提高 12.25%、13.50%,发芽率均提高 8.25%。但浙优 023 水稻种子不宜以氦气为处理环境介质进行冷等离子体处理。

参 考 文 献

- 1 陶桂香,衣淑娟,李佐同,等. 水浸控温式水稻种子浸种催芽设备温度场分析[J]. 农业机械学报,2011,42(10):90~94.
Tao Guixiang, Yi Shujuan, Li Zuotong, et al. Temperature field analysis of water immersion temperature rice seed soaking germination equipment[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2011, 42(10):90~94. (in Chinese)
- 2 Bozena S, Petr S, Michal S, et al. Influence of plasma treatment on wheat and oat germination and early growth[J]. IEEE Transactions on Plasma Science, 2010, 38(10):2963~2968.
- 3 Bozena S, Michal S, Vitezslav S, et al. Does cold plasma affect breaking dormancy and seed germination? A study on seeds of Lamb's quarters (*Chenopodium album* agg.) [J]. Plasma Science and Technology, 2009, 11(6):750~754.
- 4 Maria H, Ludmila S, Michal M, et al. Growth, anatomy and enzyme activity changes in maize roots induced by treatment of seeds with low-temperature plasma[J]. Biologia, 2012, 67(3):490~497.
- 5 王敏,杨思泽,陈青云,等. 大气压等离子体处理对黄瓜种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 农业工程学报,2007,23(2):195~200.
Wang Min, Yang Size, Chen Qingyun, et al. Effects of atmospheric pressure plasma on seed germination and seedling growth of cucumber[J]. Transactions of the CSAE, 2007, 23(2):195~200. (in Chinese)
- 6 黄明镜,尹美强. 等离子体对干旱胁迫下小麦种子萌发的生物学效应[J]. 中国农学通报, 2010, 26(23):204~207.
Huang Mingjing, Yin Meiqiang. Physiological effects of plasma on seed germination of winter wheat under drought stress[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2010, 26(23):204~207. (in Chinese)
- 7 周筑文,黄燕芬,杨思泽,等. 大气压等离子体处理对番茄生长发育及产量与品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(2):1085~1088
Zhou Zhuwen, Huang Yanfen, Yang Size, et al. Effects of atmospheric pressure plasma on the growth, yield and quality of tomato [J]. Journal of Anhui Agri. Sci. 2010, 38(2):1085~1088. (in Chinese)
- 8 Ito M, Ohta T. Plasma agriculture[J]. Journal of the Korean Physical Society, 2012, 60(6):937~943.
- 9 Seleuk M, Oksuz L, Basaran P. Decontamination of grains and legumes infected with *Aspergillus spp.* and *Penicillium spp.* by cold plasma treatment[J]. Bioresource Technology, 2008, 99(11):5104~5109.
- 10 Stefano Perni, Gilbert Shama, Kong M G. Cold atmospheric plasma disinfection of cut fruit surfaces contaminated with migrating microorganisms[J]. Journal of Food Protection, 2008, 71(8):1619~1625.
- 11 Critzer F J, Kelly-Wintenberg K, South S L, et al. Atmospheric plasma inactivation of food borne pathogens on fresh produce surfaces[J]. Journal of Food Protection, 2007, 70(10):2290~2296.
- 12 Perni S, Liu D W, Shama G, et al. Cold atmospheric plasma decontamination of the pericarps of fruit[J]. Journal of Food Protection, 2008, 71(2):302~308.
- 13 张春梅,刘荣厚,易维明,等. 玉米秸秆等离子体热裂解液化实验[J]. 农业机械学报,2009,40(8):96~99.
Zhang Chunmei, Liu Ronghou, Yi Weiming, et al. Experiment on plasma pyrolysis of corn stalk for liquid fuel[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009, 40(8):96~99. (in Chinese)
- 14 陈志刚,储金宇,周金木,等. 等离子体荷电喷雾的雾化机理与效果分析[J]. 农业机械学报,2007,38(12):62~65.
Chen Zhigang, Chu Jinyu, Zhou Jinmu, et al. Research on atomization mechanism and effect of charged spraying with the plasma [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007, 38(12):62~65. (in Chinese)
- 15 王攀,蔡忆昔,王军,等. 基于低温等离子体辅助催化技术的柴油机排放试验[J]. 农业机械学报,2010,41(9):14~17.
Wang Pan, Cai Yixi, Wang Jun, et al. Experiment on harmful emissions of diesel engine with non-thermal plasma assisted catalyst technology[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010, 41(9):14~17. (in Chinese)
- 16 GB/T 3543.4—1995 农作物种子检验规程 发芽试验[S]. 1995.