

超声波处理籼稻种子对发芽过程及其幼苗抗性的影响

孙秀梅¹, 潘哲宇², 张兵³, 孙秀云⁴ (1.巴彦淖尔市绿色产业发展中心, 内蒙古巴彦淖尔 015000; 2.西北农林科技大学植物保护学院, 陕西杨凌 712199; 3.巴彦淖尔市农牧局, 内蒙古巴彦淖尔 015000; 4.巴彦淖尔市临河区农业技术推广中心, 内蒙古巴彦淖尔 015000)

摘要 以常规籼稻桂香占和華航 31 为试验材料, 通过人工气候箱培养, 研究了超声波处理籼稻干种子和湿种子对发芽特性、淀粉酶活性和幼苗抗性的影响。结果表明, 超声波处理干种子和湿种子均提高了种子的发芽速率和发芽率, 其中均以超声波处理湿种子发芽速率最快。超声波处理可加快籼稻种子萌发代谢生理生化进程, 吸水速度和淀粉酶活性在萌发初期均高于对照。超声波处理籼稻种子可降低 MDA 的含量, 提高幼苗的 SOD、POD 活性, 增加了游离脯氨酸和可溶性糖的含量。

关键词 超声波; 籼稻; 发芽; 抗性

中图分类号 S511.2⁺1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)12-0047-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.12.012

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of Ultrasound on Seed Germination and Seedling Resistance

SUN Xiu-mei¹, PAN Zhe-yu², ZHANG Bing³ et al (1. Bayannur Green Industry Development Center, Bayannur, Inner Mongolia 015000; 2. College of Plant Protection, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712199; 3. Bayannur Agriculture and Husbandry Bureau, Bayannur, Inner Mongolia 015000)

Abstract Effects of ultrasound on seed germination, amylase activity and seedling resistance of Indica were studied by using the ultrasonic treatment to dry seeds and wet seeds of Guixiangzhan and Huahang 31 in the simulation experiment in phytotron. Results showed that ultrasonic treatment on dry seeds and wet seeds of Guixiangzhan and Huahang 31 significantly improved the germination speed and the germination rate. And ultrasonic treatment for wet seeds could get the highest germination speed. Ultrasonic treatment could accelerate the physiological and biochemical processes of metabolism. The water-absorption speed and amylase activity of ultrasound treatment on dry seeds and wet seeds were greatly higher than the control. After ultrasonic treatment on seeds, the activities of SOD and POD in seedling all increased, the contents of MDA in seedling decreased, the content free proline and soluble sugar in seedling all increased.

Key words Ultrasound; Indica; Germination; Resistance

种子处理是农业生产中的重要环节, 种子处理一方面可以减少在生长、收获、贮藏过程中所造成的种子活力下降, 使其活力得到一定的恢复; 另一方面能杀灭种子所携带的病菌、提高种子发芽率、防治苗期病虫害、增加幼苗营养、促进生长发育, 从而实现苗全、苗齐、苗壮和增加作物产量的目的^[1-2]。目前, 超声波作为一种无公害的物理处理手段在生物科学领域已得到了广泛的应用, 有研究表明少量超声波处理能刺激细胞分裂, 但中量和大量的超声波能抑制细胞分裂或死亡^[3-6], 其优点不断被认识, 逐渐成为种子处理的重要方法之一。水稻种子经过超声波处理后, 可以提高种子活力, 促进种子的萌发, 提高发芽势和发芽率^[4-13], 但目前对超声波处理后的种子变化缺乏深入的研究。鉴于此, 笔者以超声波处理的干种子和湿种子为试验材料, 研究种子经过超声波处理后在萌发初期淀粉酶活性、种子吸水动态的变化, 考察水稻幼苗的抗性, 旨在为超声波处理作物种子提供新的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试水稻品种为常规籼稻桂香占和華航 31, 种子为 2012 年自留种。

1.2 试验处理 试验设不超声波处理(CK)、湿种子超声波处理(WUT)和干种子超声波处理(DUT)3 个处理。超声波处理方法: 种子风选后, 分别放入超声波种子处理器(20 kHz, 220 W 广州新栋力超声电子设备有限公司生产)中

超声波处理 5 min。处理后的种子采用不浸种催芽直接播种在装有 3.5 kg 石英砂的陶瓷盘(50 cm×35 cm)中, 于人工气候箱中培养, 温度设为 25(±1)℃, 光照时间为昼/夜 12 h/12 h, 适时喷水保持石英砂湿润, 3 次重复。

1.3 指标测定

1.3.1 发芽率测定。在播种后第 3、4、5、6 天时每个重复调查 100 粒种子的发芽数。

种子发芽率(%) = 发芽数/供试种籽粒数×100

1.3.2 相对吸水率和相对吸水量测定。采用质量级法进行测定。在萌发试验前称量每个重复 100 粒种子的质量, 分别于置床 12、24、36 和 48 h 后取出种子用吸水纸擦净称量。

相对吸水量 = [(W_t-W)/W]×100%

相对吸水率(mg/h) = (W_t-W)/t×10³

式中, W_t 为吸干表面水分后种子的质量; W 为风干种子的质量; t 为种子置床吸水时间^[14]。

1.3.3 淀粉酶的测定。分别在播种后第 1、3、5 天选萌动或发芽种子, 放入-80℃冰箱保存备用。用 3,5-二硝基水杨酸(DNS)测定淀粉酶活性, 以每毫克蛋白每 5 min 形成的麦芽糖毫克数表示其活性^[15]。

1.3.4 抗氧化酶活性测定。播种后 14 d 时, 取幼苗保存于-80℃备用, SOD 采用 NBT 光化学还原法测定(以抑制 NBT 光化学还原的 50% 作为 1 个酶活单位); POD 用愈创木酚法测定(以每分钟吸光度变化值表示酶活性大小); 采用硫代巴比妥酸法测定丙二醛(MDA)含量^[16]。

1.3.5 渗透调节物质的测定。在种子播种后 14 d 时, 取水稻

作者简介 孙秀梅(1977—), 女, 蒙古族, 内蒙古巴彦淖尔人, 高级农艺师, 硕士, 从事农业标准技术推广研究。

收稿日期 2022-01-06

幼苗保存于 $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 备用,采用茚三酮显色法测定游离脯氨酸^[15]和蒽酮比色法测定可溶性糖的含量^[17]。

1.4 数据处理 采用 Microsoft Excel 2010 处理试验数据;采用 Statistics 8.0 数据处理系统进行统计分析;采用 Origin 8.1 绘图。

2 结果与分析

2.1 超声波处理水稻种子对萌发的影响 从图1可以看出,超声波处理干种子和湿种子的发芽率均高于对照。超声波

处理的桂香占干种子和湿种子在处理3、4和5 d时发芽率分别达到了28.33%、67.67%、97.00%和31.00%、71.67%、96.67%,分别比CK显著提高55.00%、17.48%、5.85%和41.65%、10.95%、6.21%。超声波处理华航31湿种子和干种子的发芽率与桂香占表现一致,在种子处理后3、4和5 d时分别比对照显著提高了54.16%、18.63%、1.18%和41.67%、34.31%、4.31%,说明超声波处理干种子和湿种子都能促使籼稻种子的发芽,提高其发芽速率。

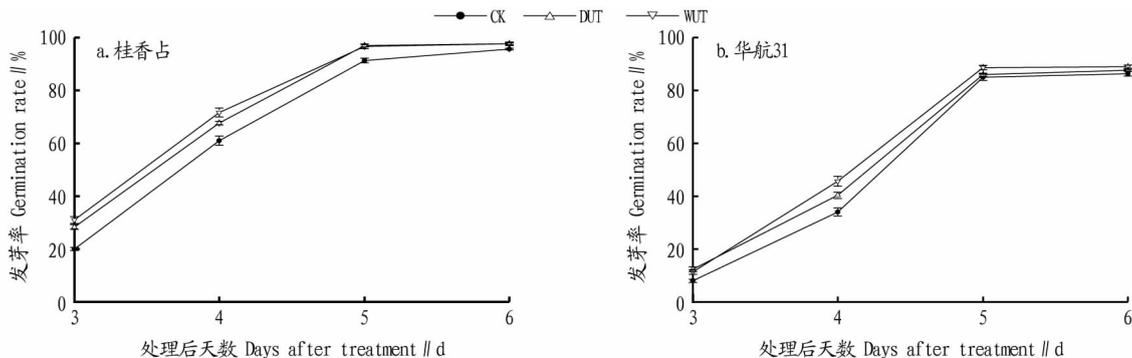


图1 超声波处理后种子发芽动态

Fig.1 Germination dynamics of seeds after ultrasonic treatment

2.2 超声波处理对水稻种子相对吸水量和相对吸水效率的影响 超声波处理对水稻种子相对吸水量的影响结果(图2)表明,超声波处理的干种子和湿种子的相对吸水量均高于对照。DUT、WUT处理的桂香占种子相对吸水量在种子处理后12、24 h与CK相当,在处理36、48 h相对吸水量分别达

到了35.04%、33.89%和42.71%、42.21%,分别比CK提高了6.58%、2.91%和6.31%、4.78%。DUT、WUT处理对华航31种子相对吸水率的影响与桂香占一致,在处理36、48 h相对吸水量分别比CK提高了10.59%、2.31%和23.78%、20.82%。

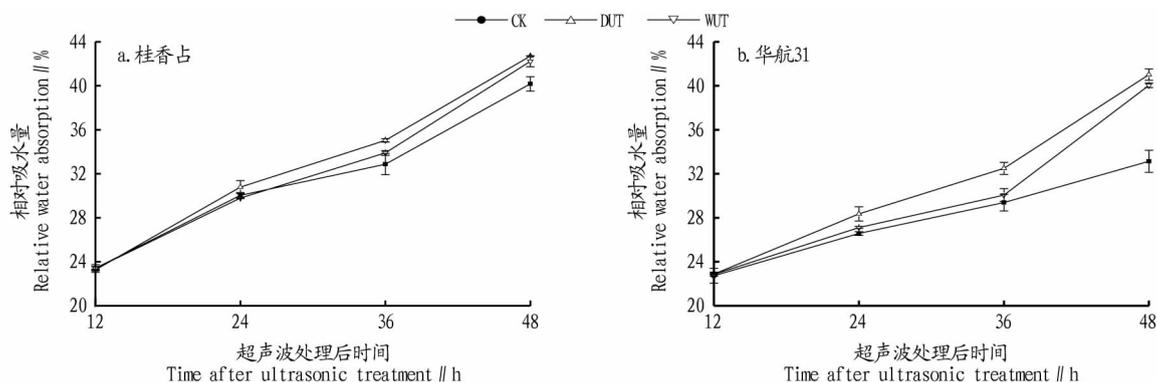


图2 超声波处理种子后相对吸水量变化

Fig.2 Changes of relative water absorption of seeds after ultrasonic treatment

超声波处理对水稻种子相对吸水率的影响结果(图3)表明,超声波处理的干种子和湿种子相对吸水率在处理36、48 h均高于对照。WUT、DUT处理的桂香占种子的相对吸水率在种子处理后12、24 h与CK相当,在种子处理后36、48 h相对吸水效率分别达到了78.74%、76.95和95.97%、95.83 mg/h,分别比CK提高了7.21%、4.78%和6.94%和6.79%。WUT、DUT处理对华航31种子的相对吸水效率的影响与桂香占一致,在处理36、48 h相对吸水效率分别比CK提高了6.88%、2.58%和22.63%、21.12%。

2.3 超声波处理对水稻种子萌发中淀粉酶的影响 一般来说,水稻种子活力高、发芽快且发芽率高,而且淀粉酶活性

高。从图4a、b可以看出,超声波处理水稻干种子和湿种子均提高了种子萌发中的总淀粉酶活性。在种子处理1、3、5 d时,DUT、WUT处理的桂香占种子 α -总淀粉酶活性分别比CK显著提高了17.41%、13.21%、28.72%和33.22%、37.36%、31.38%;DUT、WUT处理的华航31种子 α -总淀粉酶活性分别比CK显著提高了45.28%、20.07%、15.53%和52.41%、52.88%、16.27%。

超声波处理对水稻种子 α -淀粉酶活性的影响结果(图4c、d)表明,超声波处理水稻干种子和湿种子均显著提高了种子 α -淀粉酶的活性。在种子处理1、3、5 d时,DUT、WUT处理的桂香占种子总淀粉酶活性分别比CK显著提高了

2.49%、23.07%、28.39% 和 41.03%、43.95%、34.53%；DUT、WUT 处理的华航 31 种子总淀粉酶活性分别比 CK 显著提高

了 61.24%、35.09%、6.38% 和 74.68%、99.86%、18.04%。

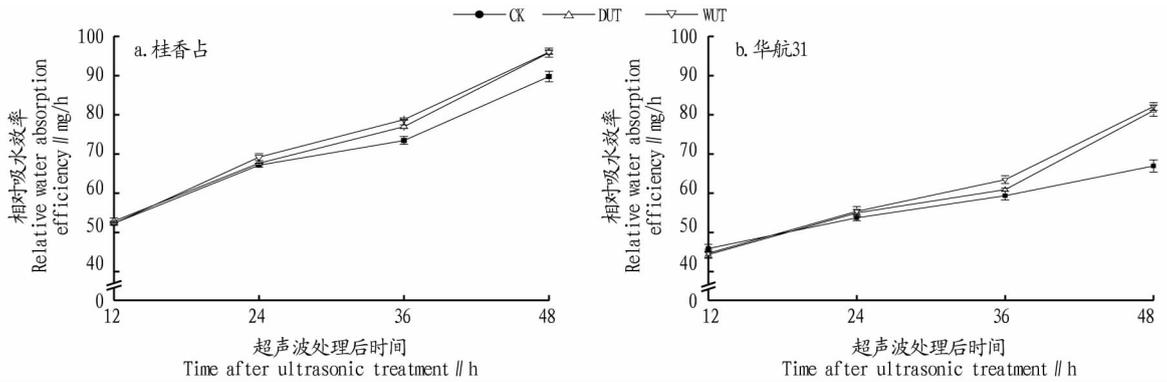


图 3 超声波处理种子后相对吸水率的变化

Fig.3 Changes of relative water absorption rate of seeds after ultrasonic treatment

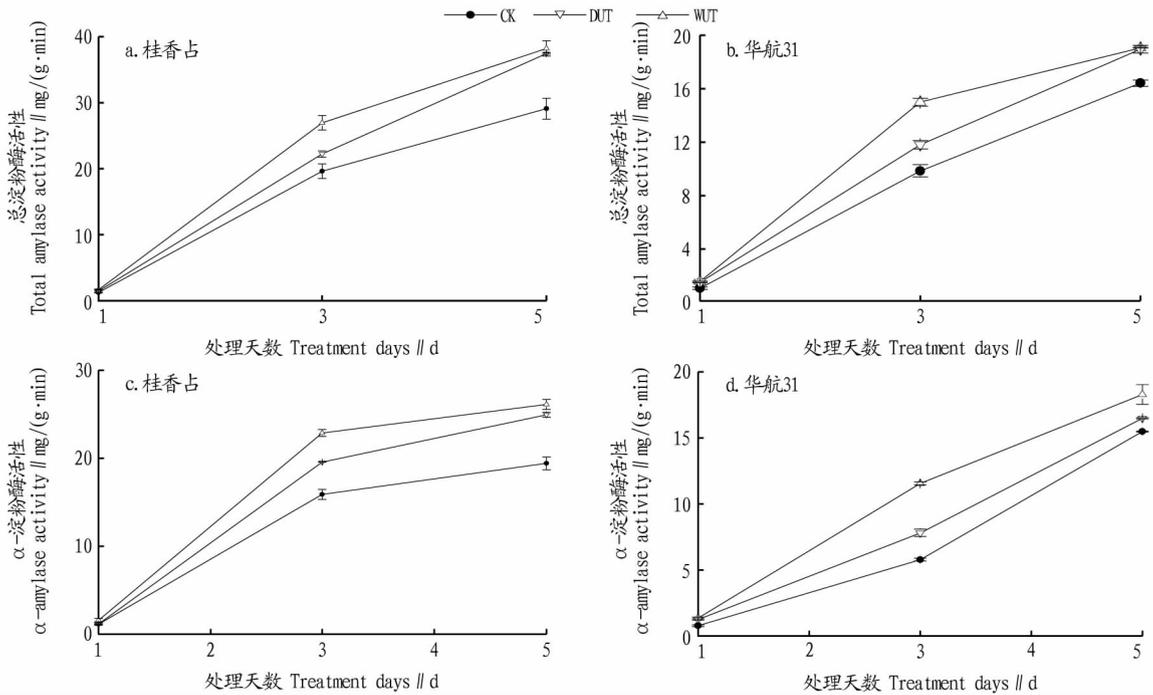


图 4 超声波处理种子后总淀粉酶(A)和α-淀粉酶(B)活性的变化

Fig.4 Changes of total amylase and α-amylase activities of seeds after ultrasonic treatment

2.4 超声波处理对水稻幼苗抗性的影响 从表 1 可以看出，超声波处理干种子和湿种子均可以提高水稻幼苗的 SOD、

POD 活性,降低 MDA 的含量,增加游离脯氨酸和可溶性糖的含量。DUT、WUT 处理 GXZ 种子后幼苗的 SOD 活性分别比

表 1 超声波处理对水稻幼苗抗性的影响

Table 1 Effects of ultrasonic treatment on seedling resistance of rice

品种名称 Variety name	处理编号 Treatment code	SOD 活性 SOD activity U/g	POD 活性 POD activity U/(g·min)	MDA 含量 MDA content μmol/g	游离脯氨酸含量 Free proline content μg/g	可溶性糖含量 Soluble sugar content mg/g
GXZ	CK	388.39±6.33 c	165.00±6.76 b	6.67±0.24 a	43.42±0.22 b	16.48±0.25 b
	DUT	403.43±1.28 b	181.08±2.56 a	5.73±0.58 b	46.76±0.65 b	17.13±0.91 b
	WUT	430.92±2.89 a	185.04±5.00 a	5.30±0.01 b	61.15±1.23 a	20.79±0.85 a
HH31	CK	327.74±4.17 c	116.36±5.06 b	6.32±0.13 a	76.89±0.67 b	14.44±0.19 b
	DUT	419.92±5.74 b	150.90±9.88 a	4.43±0.03 b	77.68±1.31 b	16.09±0.25 a
	WUT	435.37±0.71 a	170.37±10.05 a	4.34±0.08 b	84.90±1.60 a	16.73±0.18 a

注:同列同一品种不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column of the same variety indicated significant differences at 0.05 level

CK显著提高了3.87%、10.95%;HH31分别比CK显著提高了28.12%、32.84%。DUT、WUT处理对水稻幼苗的POD活性的影响与SOD表现一致,均显著高于CK。DUT、WUT处理的GXZ水稻幼苗的MDA含量分别比CK显著降低了14.09%、20.54%,HH31则分别比CK显著降低了29.90%、31.33%。WUT处理的GXZ、HH31幼苗的游离脯氨酸分别比其CK提高了40.83%、10.42%。WUT处理的GXZ、HH31幼苗的可溶性糖则分别比其CK提高了26.15%、15.86%。结果表明,超声波处理水稻干种子和湿种子后有利于提高水稻幼苗的抗性。

3 结论与讨论

(1)该研究结果显示,超声波处理干种子和湿种子都能加快种子的发芽速率并提高发芽率,其中湿种子的发芽速度最快,这可能与超声波处理干种子和湿种子时介质分别为空气和水有关。前人研究发现,超声波是指频率在20~106 kHz的机械波,波速一般为1 500 m/s,波长为0.01~10.00 cm,其波长远大于分子尺寸^[18-19],说明超声波不能直接对分子起作用,而是通过周围环境间接影响分子,所以超声波的作用与其作用的环境密切相关。因而超声波处理干种子和湿种子后发芽效果不一,超声波处理后水分子与空气的不同作用仍有待进一步研究。

(2)试验结果显示,超声波处理干种子和湿种子的相对吸水量和相对吸水率均高于对照,另外超声波处理干种子和湿种子后的总淀粉酶和 α -淀粉酶活性均高于对照,这可能是超声波处理加快种子萌发重要原因之一。因为经过超声波处理后的种子吸水加速,酶活性增强,胚乳代谢启动,胚呼吸作用增强,总淀粉酶和 α -淀粉酶活性迅速增强,淀粉首先被分解为简单的有机物,被运送到生长的胚中,作为幼胚生长的营养物质。但超声波处理对种子膜的通透性、呼吸速率等的影响还有待进一步的研究。

(3)超声波处理干种子和湿种子均提高了水稻幼苗的SOD、POD活性,降低与MDA的含量,增加了游离脯氨酸和

可溶性糖的含量,说明超声波处理可以调节水稻幼苗细胞膜保护酶类的活性,而防止膜脂过氧化,维持膜的完整性,有利于提高秧苗的素质,为培育壮秧提供了一个新的途径。

参考文献

- [1] 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(S1):520-524.
- [2] 张静,胡立勇.农作物种子处理方法研究进展[J].华中农业大学学报,2012,31(2):258-264.
- [3] LICHTENTHALER H K, WENZEL O, BUSCHMANN C, et al. Plant stress detection by reflectance and fluorescence[J]. Annals of the New York academy of sciences, 1998, 851(1): 271-285.
- [4] 蒋玲艳,王林果.生物技术领域中超声波的应用[J].生物技术通讯,2006,17(1):126-128.
- [5] LIU Y, YANG H, SAKANISHI A. Ultrasound: Mechanical gene transfer into plant cells by sonoporation[J]. Biotechnology advances, 2006, 24(1): 1-16.
- [6] 张思聪,孔雷蕾,唐湘如.超声波预处理对作物种子及幼苗的影响综述[J].安徽农业科学,2017,45(21):11-12,43.
- [7] 张文明,赵志杰,刘铂,等.超声波不同剂量处理水稻种子对其发芽出苗的影响[J].种子,1993,12(5):48.
- [8] 赵忠良,张连萍,张蓓,等.超声波处理稻种对其生根发芽的影响[J].农机化研究,2011,33(6):122-124,153.
- [9] 冯璐,那日.植物育种的物理学方法[J].草业科学,2005,22(12):63-66.
- [10] 府旗中,王珍,孙盼杰.水稻种子对声波刺激的应激效应的实验研究[J].重庆大学学报(自然科学版),2003,26(9):111-114.
- [11] CARSTENSEN E L, CHILD S Z, LAW W K, et al. Cavitation as a mechanism for the biological effects of ultrasound on plant roots[J]. Journal of the acoustical society of America, 1979, 66(5): 1285-1291.
- [12] 聂俊,严卓晟,肖立中,等.超声波处理对水稻发芽特性及产量和品质的影响[J].广东农业科学,2013,40(1):13-15.
- [13] 黎国喜,严卓晟,闫涛,等.超声波刺激对水稻的种子萌发及其产量和品质的影响[J].中国农学通报,2010,26(7):108-111.
- [14] 王小雪,孙海菁,刘芸,等.浓硫酸处理对海滨木槿10个家系种子萌发的影响[J].应用生态学报,2012,23(11):2968-2974.
- [15] 文树基.基础生物化学实验指导[M].西安:陕西科学技术出版社,1994:89-91.
- [16] 陈建勋,王晓峰.植物生理学实验指导[M].2版.广州:华南理工大学出版社,2006:68.
- [17] 向华,饶力群,肖立锋.水杨酸对水稻种子萌发及其生理生化的影响[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2003,29(1):12-14.
- [18] 丁志山,沃兴德.超声波的生物学效用及其在转基因中的应用[J].生命科学,1997,9(4):187-189.
- [19] 邱树毅,姚汝华,宗敏华.超声波在生物工程中的应用[J].生物工程进展,1999,19(3):45-48.