

磁场恒温恒湿箱辅助育种案例分析

罗晓韵, 陈彩雯, 陶阳, 韩永斌, 李丹丹*

(南京农业大学 食品科技学院, 江苏 南京 210095)

摘要: 种质资源培育是农业生产中最为关键的一环。磁场作为自然界中无处不在的环境因子, 时刻影响着几乎所有生命活动。本文应用磁场恒温恒湿箱对植物种子进行处理, 对比了磁场处理组和未处理组种子发芽率的差异, 并且列举了磁场辅助育种技术的部分案例, 为今后该设备在育种方面的应用提供技术支持。

关键词: 磁场; 种子; 发芽率; 种质资源培育

Case study of magnetic field-constant temperature-constant temperature humidity incubator on assisting seed cultivation

Luo Xiaoyun, Chen Caiwen, Tao Yang, Han Yongbin, Li Dandan*

(Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu Province, 210095, China)

Abstract: Germplasm resource cultivation is the key procedure in agricultural production. Magnetic field, which is a ubiquitous environmental factor in nature, affects almost all life activities. In this study, plant seeds were treated by magnetic field, the differences in seed germination rate between magnetic field treated group and the control were compared, and some cases on magnetic field-assisted breeding were presented. The obtained results could provide technical support for the applications of magnetic field-constant temperature-constant temperature humidity incubator in breeding.

Keywords: Magnetic field; Seed; Germination rate; Germplasm resource cultivation

1 仪器设备

磁场恒温恒湿培养箱 (MFI-H2) 如图 1 所示, 包括壳体、样品腔体、磁场发生器、PLC 控制器、温度控制装置、温度传感器、湿度传感器和雾化器。应用范畴: 可针对性用于不同的生物、化学反应, 例如食品的保质保鲜、种子自由基调控、种子培养、动植物细胞培养、

果实成熟度催化、藻类有害物质吸附等，在食品、生物、化工、医药领域具有巨大的应用前景。



图 1 磁场恒温恒湿箱

表 1 磁场恒温恒湿箱—技术参数

指标	仪器性能
磁场类型	静磁场
磁场强度	0-50 mT
温度	4-60 °C
湿度	40-95% RH
腔体容积	50 L
输入电压	220 V

2 前处理流程及分析方法

2.1 磁场辅助发芽

2.1.1 种子预处理

参考 GB/T 3543.4-1995《农作物种子检验规程发芽试验》对种子进行预处理^[1]。种子过筛、除杂后选取饱满完好的颗粒，去离子水冲洗种子去污，经 1%次氯酸钠溶液避光消毒 20 分钟，用去离子水漂洗 5-6 次至 pH 为中性后，于 30 °C 恒温水浴锅浸种。

2.1.2 磁场处理

预处理后的种子放入磁场恒温恒湿箱中进行磁场处理，处理参数如表 2 所示。

表 2 不同种子的磁场处理参数

样品	磁场强度 (mT)	处理时间 (min)	温度 (°C)	湿度 (% RH)
糙米种子	5-20	30-60	25	95
藜麦种子	4.8	60	25	95
西瓜种子	10-20	60	25	95
南瓜种子	10-20	60	25	95

2.1.3 恒温发芽处理

参考 GB/T 3543.4-1995《农作物种子检验规程发芽试验》对磁场处理种子进行恒温发芽处理^[1]。经磁场处理和未经磁场处理的种子置于恒温恒湿发芽箱于 25 °C、95%RH 条件下分别发芽一段时间。

2.2 分析方法

参考 GB/T 3543.4-1995《农作物种子检验规程发芽试验》进行发芽率的试验^[1]。以 100 粒种子为一次重复，规定在一定发芽时间内长成的正常幼苗数占总种子数的百分率为发芽率。试验设置三次重复，结果以平均值 \pm 标准差 ($X \pm SD$) 表示，并运用 Duncan 多重检验进行显著性分析 ($P < 0.05$)。

3 磁场恒温恒湿箱辅助种子发芽的案例分析

3.1 磁场处理糙米的发芽率及长势结果

表 3 表明磁场处理可以显著提高糙米种子发芽率。10 mT 磁场处理 60 min 后糙米种子发芽率提高了 9.7%-158.8%。其中，在发芽 72 小时后，对照组发芽率为 77.33%，而磁场组发芽率达 85.53%。图 2 为 10 mT、60 min 磁场处理糙米种子的发芽生长图。磁场处理组糙米的根长和芽长显著高于对照组，说明磁场处理促进了糙米种子的生长。前期研究证实磁场对糙米发芽的促进作用与 α -淀粉酶活力提高有关^[2]。 α -淀粉酶可催化淀粉水解产生还原糖，从而为糙米的发芽生长提供更多的能量。

表 3 磁场处理对糙米种子发芽率的影响

磁场处理时间 (min)	磁场强度 (mT)	发芽时间 (h)						
		8	12	18	24	36	48	72
0	0	15.01±3.40 ^G	40.00±5.29 ^G	47.33±1.15 ^F	68.00±2.00 ^D	70.67±6.11 ^D	77.33±8.08 ^A	77.33±8.08 ^B
30	5	17.20±2.55 ^{FG}	54.67±1.15 ^{BC}	60.67±1.15 ^{DE}	74.67±1.15 ^{ABCD}	79.33±1.15 ^{ABC}	80.60±1.60 ^A	82.67±2.31 ^{AB}
60	5	19.39±0.73 ^{EF}	45.33±1.15 ^{EFDG}	52.00±0.00 ^F	68.67±7.57 ^{CD}	75.33±3.06 ^{BCD}	77.78±3.85 ^A	79.88±1.82 ^{AB}
90	5	19.46±1.11 ^{EF}	52.29±4.53 ^{CDE}	67.97±1.13 ^{ABC}	78.95±1.75 ^{AB}	79.08±1.13 ^{ABC}	80.70±1.75 ^A	82.46±1.75 ^{AB}
30	10	23.41±1.14 ^{CD}	52.99±2.65 ^{CD}	58.29±1.59 ^E	72.22±4.91 ^{BCD}	80.33±4.73 ^{ABC}	82.22±1.92 ^A	82.22±1.92 ^{AB}
60	10	38.84±2.16 ^A	64.45±2.70 ^A	73.33±6.67 ^A	82.01±2.01 ^A	84.44±5.09 ^A	84.83±2.85 ^A	85.53±2.33 ^A
90	10	21.10±2.76 ^{DE}	52.58±7.17 ^{CD}	62.77±4.84 ^{CDE}	74.07±2.65 ^{ABCD}	81.89±3.88 ^{AB}	81.89±3.88 ^A	81.89±3.88 ^{AB}
30	15	25.33±1.53 ^C	47.66±4.83 ^{CDEFG}	60.00±5.77 ^E	71.11±5.09 ^{BCD}	77.78±1.92 ^{ABC}	81.11±3.85 ^A	82.95±0.85 ^{AB}
60	15	29.84±2.47 ^B	62.00±2.00 ^{AB}	68.89±1.92 ^{AB}	70.00±6.67 ^{CD}	74.00±3.46 ^{CD}	78.67±5.03 ^A	78.67±5.03 ^{AB}
90	15	22.67±2.31 ^{CD}	61.21±3.95 ^{AB}	66.67±1.99 ^{BCD}	72.41±3.45 ^{BCD}	80.81±2.06 ^{ABC}	81.00±5.20 ^A	81.00±5.20 ^{AB}
30	20	18.02±1.41 ^{EFG}	44.65±6.44 ^{EFG}	57.78±1.92 ^E	72.04±5.36 ^{BCD}	74.71±1.99 ^{CD}	79.40±4.51 ^A	81.81±3.80 ^{AB}
60	20	18.24±1.11 ^{EF}	49.33±4.16 ^{CDEF}	62.05±2.89 ^{CDE}	75.40±2.26 ^{ABCD}	83.33±5.03 ^A	83.33±5.03 ^A	83.33±5.03 ^{AB}
90	20	17.53±1.99 ^{FG}	43.69±3.32 ^{FG}	61.08±3.63 ^{DE}	77.02±5.09 ^{ABC}	80.83±2.64 ^{ABC}	81.43±7.25 ^A	81.43±7.25 ^{AB}

注：同一列数值上标记不同大写字母表示显著性差异 ($P < 0.05$)



图 2 磁场组和对照组糙米的发芽生长图

3.2 磁场处理藜麦的发芽率及长势结果

藜麦发芽较快，发芽率较高。对照组和磁场处理组在 12 h 以内的发芽率即可达 99%以上^[3]。但是，磁场处理组可显著促进藜麦的生长速率。由表 4 和图 3 可知，在前 48 h，随着发芽时间的延长，藜麦的芽长显著增加；之后，随着发芽时间的进一步延长，芽长增长变慢。磁场处理组自发芽 24 h 后芽长即大于对照组，并在发芽第 72 小时达到了最长 17.7 mm。

表 4 磁场处理对藜麦种子芽长的影响

磁场强度	芽长 (mm)						
	发芽时间 (小时)						
	0	12	24	36	48	60	72
对照	0.00 ± 0.00 ^c	6.60 ± 1.64 ^d	9.30 ± 2.31 ^c	11.90 ± 1.91 ^b	14.40 ± 1.77 ^a	14.60 ± 2.27 ^a	15.10 ± 2.13 ^a
4.8mT	0.00 ± 0.00 ^d	6.70 ± 0.94 ^c	10.10 ± 1.85 ^c	14.90 ± 3.90 ^b	15.80 ± 1.61 ^b	16.40 ± 1.95 ^{ab}	17.70 ± 1.05 ^a

注：同一行数值上标记不同小写字母表示显著性差异 ($P < 0.05$)；

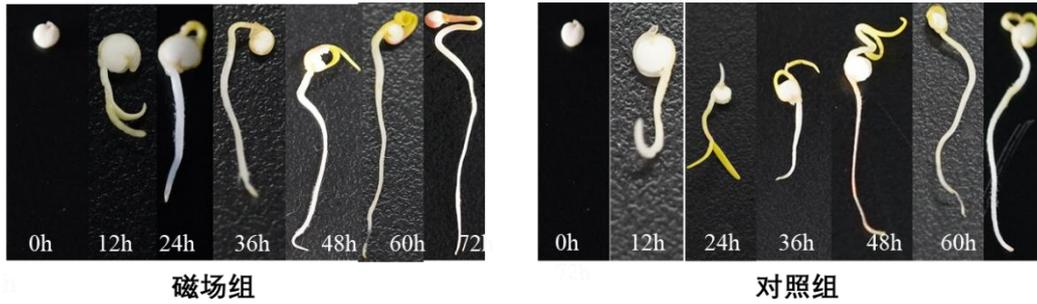


图3 磁场组和对照组藜麦的发芽生长图

3.3 磁场处理西瓜种子的发芽率及长势结果

表5表明磁场处理可显著提高西瓜种子的发芽率。在发芽120小时后，对照组发芽率为31.33%，10 mT和20 mT磁场组的发芽率分别为34.00%和33.33%。图4为不同磁场强度下西瓜种子的发芽生长图。由图可知，发芽144 h后磁场处理组的芽长显著增加。

表5 磁场处理对西瓜种子发芽率的影响

暴露时间	磁场强度	发芽率 (%)					
		发芽时间 (小时)					
		24	48	72	96	120	144
	对照	0.00 ± 0.00 ^c	12.00 ± 1.63 ^{bc}	18.00 ± 4.90 ^{bc}	31.33 ± 7.54 ^a	31.33 ± 7.54 ^a	31.33 ± 7.54 ^a
60min	10mT	0.00 ± 0.00 ^c	16.67 ± 3.06 ^b	20.00 ± 3.46 ^b	30.00 ± 6.93 ^a	32.67 ± 8.08 ^a	34.00 ± 6.00 ^a
	20mT	2.00 ± 2.00 ^c	20.00 ± 3.46 ^b	22.67 ± 4.16 ^{ab}	32.67 ± 8.33 ^a	32.67 ± 8.33 ^a	33.33 ± 8.08 ^a

注：同一行数值上标记不同小写字母表示显著性差异 ($P < 0.05$)

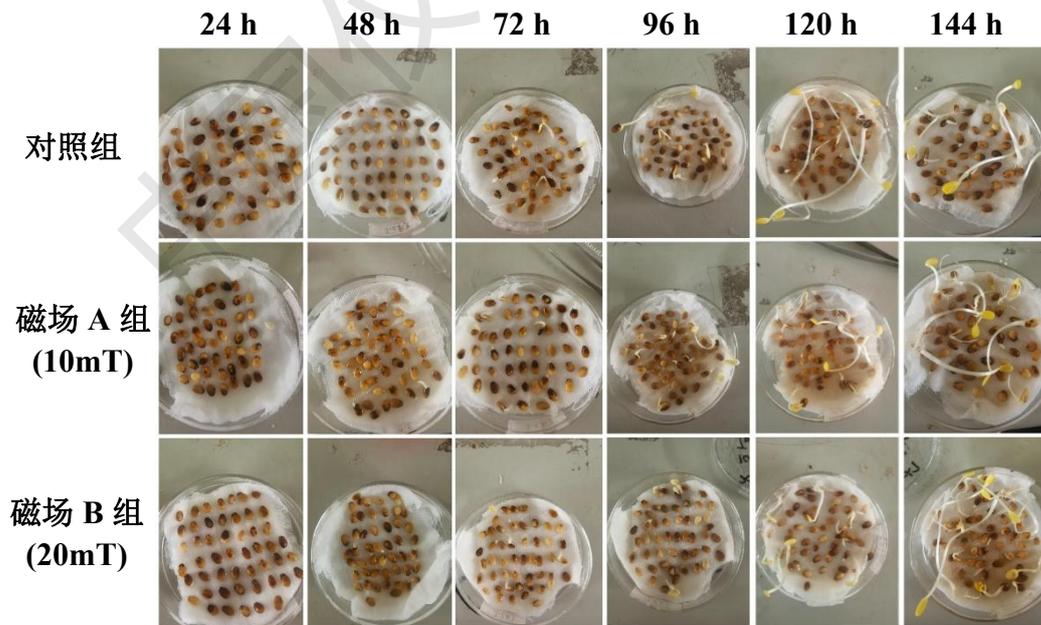


图4 磁场组和对照组西瓜种子的发芽生长图

3.4 磁场处理南瓜种子的发芽率及长势结果

表 6 表明磁场处理可显著提高南瓜种子发芽率。在发芽 144 小时后，对照组发芽率为 80.67%，10 mT 磁场组发芽率为 84.67%，而 20 mT 磁场组发芽率达到了 91.33%。图 5 展示了不同磁场强度下南瓜种子的发芽生长图。由图可知，磁场处理能够有效地对南瓜种子的芽长和根长产生促进作用。

表 6 磁场处理对南瓜种子发芽率的影响

暴露 时间	磁场 强度	发芽率 (%)					
		发芽时间 (小时)					
		24	48	72	96	120	144
60min	对照	0.00 ± 0.00 ^c	45.33 ± 6.11 ^b	70.67 ± 9.02 ^a	78.67 ± 8.33 ^a	80.67 ± 7.02 ^a	80.67 ± 7.02 ^a
	10mT	0.00 ± 0.00 ^c	43.33 ± 5.03 ^b	78.67 ± 4.62 ^a	84.00 ± 2.00 ^a	84.67 ± 3.06 ^a	84.67 ± 3.06 ^a
	20mT	0.00 ± 0.00 ^d	48.00 ± 9.17 ^c	81.33 ± 6.43 ^b	90.67 ± 3.06 ^a	91.33 ± 3.06 ^a	91.33 ± 3.06 ^a

注：同一行数值上标记不同小写字母表示显著性差异 ($P < 0.05$)；

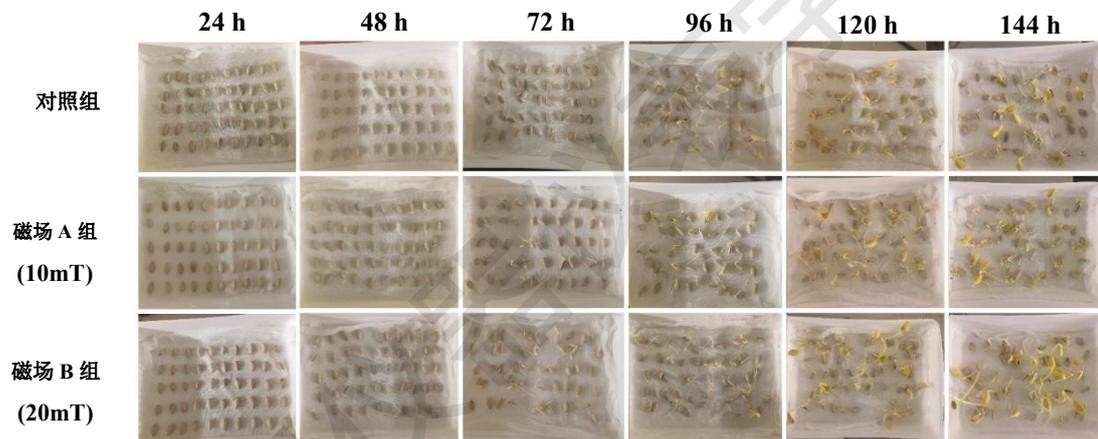


图 5 磁场组和对照组南瓜种子的发芽生长图

4 结论

以糙米种子、藜麦种子、西瓜种子、南瓜种子为研究对象，对比磁场处理和对照组发芽率和芽长的差异发现，磁场技术对种子发芽具有良好促进的效果。该结果可为磁场恒温恒湿箱在种质资源培育等领域的应用提供理论指导。

参考文献：

- [1] GB/T 3543.4-1995 农作物种子检验规程发芽试验 [S].
- [2] 舒蓝萍. 磁场胁迫对发芽藜麦品质的影响 [D]. 江南大学, 2021.

- [3] Luo X, Li D, Tao Y, et al. Effect of static magnetic field treatment on the germination of brown rice: Changes in α -amylase activity and structural and functional properties in starch [J]. Food Chemistry, 2022, 383: 132392.

中国仪器仪表表学会