

磁场处理对结球甘蓝种子活力及萌发进程的影响

崔路路, 于海霞, 李景富, 许向阳

(东北农业大学 园艺学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘 要:以结球甘蓝种子为试材, 采用正交实验设计, 研究了不同磁场强度、不同作用时间、不同浸泡时间的稳恒磁场处理对种子萌发的影响效果, 并测定了磁场处理种子萌发后幼苗的相关生理生化指标。结果表明: 磁场处理可以有效提高种子萌发效果, 最佳影响幅度可达 100% 以上, 湿种子相比于干种子效果明显; 在各个影响因素中, 磁场强度为主要影响因子; 作用时间、浸泡时间主次顺序因发芽指标不同而不同; 磁场强度 1 000 GS、处理 10 min、浸泡 8 h 是提高种子活力的最佳组合, 磁场强度过大反而抑制萌发效果; 磁场处理可以加快种子萌发中物质间代谢变化、增加酶活性、增强种子抗逆性, 从而影响种子萌发达到壮苗齐苗的效果。

关键词: 磁场; 甘蓝; 种子活力; 种子萌发

中图分类号: S 635 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2014)02-0020-04

随着科技发展, 对于磁场和生物之间关系的研究越来越多。应用磁场处理种子已成为一项新技术。磁场处理指利用人为可控的外在磁场作为一种刺激因素对植物种子或正处于生长发育阶段的植物体从电子、分子到细胞代谢的各个层次均施加影响的调控方法^[1]。稳恒磁场和梯度磁场是目前应用最多的处理手段。目前, 国内外许多研究已证明磁场处理可提高黄瓜、番茄、豆类、水稻和小麦等种子活力, 并且可提高发芽指数和种子发芽率, 刺激生根, 提高根活力, 加速代谢, 增强主要酶活性等^[2]。从目前已经报道的关于磁场参数的文献分析, 一般认为, 粮食作物的磁强度为 1 500~2 000 GS, 瓜类作物为 200~4 000 GS。然而大多数研究却集中于大田作物, 对于蔬菜种子特别是甘蓝种子的研究则较少。该试验采用正交实验设计, 用稳恒磁场设备对结球甘蓝种子进行不同磁场强度、不同作用时间、不同浸泡时间的磁场处理, 通过测定分析种子发芽势、发芽率、发芽指数、种子活力等发芽指标, 筛选最佳处理条件并分析各影响因素的主次关系, 同时测定经磁场处理过的甘蓝种子在萌发进程中的生理生化变化, 以期对磁场处理技术的实际生产应用提供一定的理论依据, 并为研究磁

场处理提高种子活力机理的探索作初步研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为河北邢台华丰种子有限公司生产的结球甘蓝“晚丰”品种种子。首先去除外表开裂、颜色暗黑无光的籽粒, 选取种皮色泽均匀、外形规则整齐的颗粒。种子使用前用 10% 次硫酸钠消毒 10 min 后清水冲洗数次。

磁场处理设备由东北农业大学电气与信息学院提供。主要包括 DC-DC 电路控制部分、磁感应强度测量部分(高斯仪)、磁场产生装置(铁芯线圈)。根据电磁场理论(电流通过线圈会产生磁场)控制电流的大小即可控制磁感应强度大小。可控磁场范围最大 4 500 GS。

1.2 试验方法

1.2.1 磁场处理 采用正交表进行设计, 设磁场强度、作用时间、浸泡时间 3 因素 3 水平对甘蓝种子进行处理。每处理组 3 次重复, 具体见表 1。另设未经浸泡的干种子处理 1 组, 按正交表设计试验编号 1~9。该组除种子不经浸泡外, 其余条件因素及发芽试验与浸泡组均相同。

表 1 正交实验设计

Table 1 Design of orthogonal test

水平 Level	因素 Factor		
	A 强度 Strength/GS	B 作用时间 Action time/min	C 浸泡时间 Immersion time/h
1	1 000	1	4
2	2 000	5	8
3	3 000	10	12

注: 浸泡环境为 20℃。

Note: Soaking environment at 20℃.

第一作者简介: 崔路路(1987-), 男, 硕士研究生, 研究方向为蔬菜遗传育种。E-mail: neaucui@163.com.

责任作者: 许向阳(1969-), 男, 博士, 研究员, 博士生导师, 现主要从事蔬菜遗传育种及蔬菜种质资源和蔬菜生物技术等工作。

基金项目: 国家现代农业产业技术体系专项资助项目(CARS-25); 哈尔滨市科技创新人才研究专项资助项目(2011RFXXN031); 东北农业大学创新团队基金资助项目。

收稿日期: 2013-10-23

1.2.2 发芽试验 根据 GB/T 3543.1-3543.7 农作物种子检验规程^[3]对按试验方案处理后的种子进行发芽试验并测定各发芽指标。将 100 粒种子播于铺有双层滤纸的培养皿中,在 20℃ 人工培养箱下进行发芽试验,每 24 h 查看 1 次发芽情况并记录。按照种子检验规程规定,第 5 天初次计数,第 10 天末次计数。每个处理 3 次重复。

1.3 项目测定

发芽势(%)= G/N,式中:G 为初次计数发芽总数,N 为种子数。发芽率(%)=G/N 式中:G 为末次计数发芽总数,N 为种子数。发芽指数 $GI = \sum G_t/D_t$,式中:G_t 为在 t 时间的发芽种子数,D_t 为相应的发芽天数(d)。种子活力指数 $VI = GI \times S$,式中:GI 为发芽指数,S 为苗长(mm)。

发芽试验结束之后,对各处理组各发芽指标进行数据分析。选取种子活力指数提高最佳组合进行发芽试验,每天测定其相关生理生化指标,进一步探讨磁场提高种子活力的机理。可溶性蛋白质含量测定采用 G-250 染色法^[4];丙二醛(MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸法^[5];过氧化物酶(POD)活性测定采用改良的愈创木酚法^[6]。

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel、SAS 8.1 软件进行统计分析

2 结果与分析

2.1 磁场处理对甘蓝种子萌发的影响

2.1.1 磁场处理对干湿种子活力指数的影响 按表 1 正交实验设计,相同磁场强度及时间处理干种子和经 20℃ 浸泡湿种子,按 1.2.2 发芽试验。以种子活力指数为例分析二者差异。由图 1 可以看出,湿种子经过磁场处理之后,总体而言除处理 7、4 外,绝大多数处理种子活力指数高于对照,说明磁场对湿种子的影响效果比较明显。然而图 1 中干种子的种子活力指数曲线较为平缓,且大多数处理组活力指数低于对照,说明磁场处理干种子对种子活力的影响不大,甚至降低种子活力。因此,对比干湿 2 种状态的种子,磁场处理对于湿种子活力的影响程度更大,处理之后萌发效果更好。

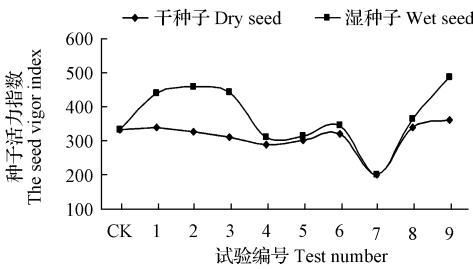


图 1 磁场处理对干湿种子活力指数的影响

Fig. 1 Magnetic field treatment on wet seed and dry seed vigor index of seed

2.1.2 磁场处理对种子发芽指标的影响 由表 2 可知,磁场处理不同组合对甘蓝种子各发芽指标影响效果不同。同 1 个发芽指标下,与对照相比,某些组合甚至出现下降现象,如发芽势(A₃B₁C₃)、发芽指数(A₂B₂C₃、A₃B₁C₃),但从总体来看,磁处理可以提高种子各项发芽指标。不同发芽指标下,磁场处理最佳组合有所不同。发芽率、发芽指数的最佳组合为处理 8 即 A₃B₂C₁,而发芽势为处理 3(A₁B₃C₃),活力指数为处理 9。磁场处理不同组合对各发芽指标影响程度有所不同。即对不同发芽指标而言,最佳提高幅度不同。发芽势最佳提高 145%,发芽率为 140%,发芽指数 128%,种子活力指数提高幅度最大为 147%。为进一步分析各因素对各发芽指标影响情况,对试验结果进行正交直观分析。由表 3 可知,磁场强度、作用时间、浸泡时间 3 个因素对于不同发芽指标的影响程度不同,因素影响主次顺序有所差

表 2 磁场处理对种子发芽指标的影响

Table 2 Effect of magnetic field on germination index of seed					
编号 Number	处理 Treatment	发芽势 Germination energy/ %	发芽率 Germination rate/ %	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index
1	A ₁ B ₁ C ₁	39.11Cc	42.48Ab	29.67ABa	439.97Aa
2	A ₁ B ₂ C ₂	41.16Cc	44.20Ab	30.23Ab	457.71Aa
3	A ₁ B ₃ C ₃	45.24▲Aa	46.33Aab	30.11Aa	443.07Aa
4	A ₂ B ₁ C ₂	40.64Cc	45.08Aab	26.02BCa	311.8Bb
5	A ₂ B ₂ C ₃	38.49Cc	39.00Bc	22.67CDc	315.23Bb
6	A ₂ B ₃ C ₁	39.54Cc	44.02Ab	24.62Cbc	345.89Bb
7	A ₃ B ₁ C ₃	30.34Dd	45.86Aab	17.5Dd	199.25Cc
8	A ₃ B ₂ C ₁	41.98Bb	48.08▲Aa	30.47▲Aa	365.23Bb
9	A ₃ B ₃ C ₂	38.57Cc	44.20Ab	29.37ABa	487.88▲Aa
CK		31.18Dd	34.24Cd	23.86Cbc	332.61Bb

注:表中数据为 3 次平均值;▲最佳的处理效果;大小写字母分别代表在 0.01 和 0.05 水平差异显著;

Note: Data in the table for three times average; ▲ mean the best treatment effect; Lowercase letters are significantly different at 0.01 and 0.05 level.

表 3 磁场处理效果正交直观分析

Table 3 Intuitive analysis of orthogonal design under magnetic field							
发芽指标 Germination index	因素 Factor	直观分析 Intuitive analysis				因素次序 Factors in the order	最佳组合 The best combination
		k ₁	k ₂	k ₃	R		
发芽势 Germination energy/ %	A	31.847	29.556	26.963	4.874	ABC	A ₁ B ₃ C ₁
	B	26.696	30.543	31.117	4.421		
	C	30.210	30.123	28.023	2.187		
发芽率 Germination rate/ %	A	34.337	32.700	36.047	3.347	ACB	A ₃ B ₃ C ₁
	B	34.473	33.760	34.85	1.090		
	C	34.860	34.493	33.730	1.130		
发芽指数 Germination index	A	30.003	24.437	25.780	5.566	ACB	A ₁ B ₃ C ₂
	B	24.397	27.790	28.033	3.636		
	C	28.253	28.54	23.427	5.113		
活力指数 Vigor index	A	446.91	324.31	350.79	122.6	ABC	A ₁ B ₃ C ₂
	B	317.01	379.39	425.61	108.61		
	C	383.69	419.13	319.18	99.95		

异。差异主要为浸泡时间(B)和作用时间(C)的主次顺序。4种发芽指标磁场强度因素(A)均为主要影响因素。不同发芽指标下最佳组合也不同。磁场强度(A)组合方面除发芽率为 A_3 (3 000 GS)外,其余均为 A_1 (1 000 GS)。处理时间均为 B_3 (10 min)。浸泡时间发芽势、发芽率为 C_1 (12 h),而对于发芽指数、活力指数为 C_2 (8 h)。试验实际结果与正交直观分析结果的最佳组合有所不同。直观分析中最佳组合并没有在试验中出现。通过进一步试验验证直观分析中最佳组合表明,实际测定值与方案相符。

2.2 磁场处理对甘蓝种子萌发进程中生理生化指标影响

根据2.1数据分析结果及前人文献资料,取种子活力指数提高最佳组合测定其生理生化指标在萌发过程中的变化。

2.2.1 萌发过程中可溶性蛋白质含量的变化 随着种子萌发天数增加,种子内贮藏蛋白质开始分步分解,可溶性蛋白质被肽链水解酶水解成氨基酸。这些氨基酸可以被再用于新蛋白质的合成等^[7]。种子发芽7 d幼苗可溶性蛋白质含量的变化情况见图2。磁场处理组和对照(CK)可溶性蛋白质含量变化趋势大致一致,随着种子萌发天数的增加幼苗中可溶性蛋白质含量逐渐下降,第5天到达最低并开始逐渐上升。然而,磁场处理组在发芽前期可溶性蛋白质下降速率较快,可能与磁场处理加快代谢速率和物质利用有关。5 d之后开始的上升原因可能是由于新蛋白质合成之后,种子自身能产生营养物质。

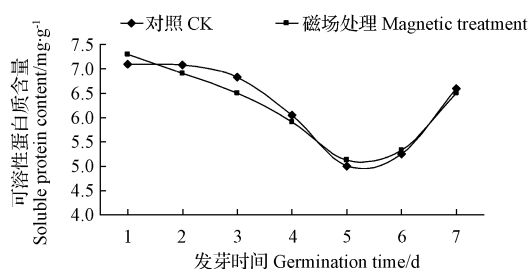


图2 种子萌发过程可溶性蛋白质含量的变化

Fig. 2 Changes of soluble protein content during seed germination process

2.2.2 种子萌发过程中丙二醛含量的变化 当种子发生老化劣变时,常发生膜脂过氧化,丙二醛(MDA)是其终产物之一。MDA常用于膜脂过氧化指标,表示细胞过氧化程度和对逆境条件反应强弱^[8]。图3表明,2个处理的MDA含量,随着种子萌发均有相应降低趋势,然而磁场处理组下降幅度和速率要高于对照。而2个处理的MDA含量均在发芽第6天后开始有所上升。发生该现象原因可能是种子萌发体内某些保护酶或自身恢

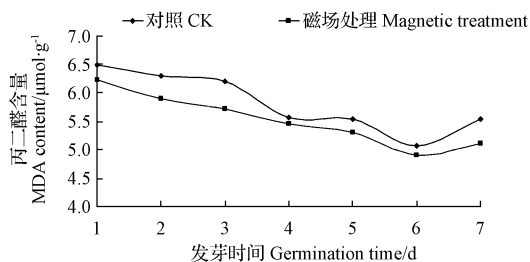


图3 种子萌发过程中丙二醛含量的变化

Fig. 3 Changes of malondialdehyde content during seed germination process

复和修复机制启动,降低了膜脂过氧化程度,而后期由于发芽试验不能提供充足的营养物质,而产生逆境,MDA含量上升。

2.2.3 种子萌发过程中过氧化物酶的变化 种子老化劣变时,其自身保护修复系统启动,抗氧化系统(自由基清除系统)的变化尤为重要。而POD是抗氧化酶促系统中一种重要的酶,其本身与呼吸作用、光合作用及生长素的变化等均有密切关系^[9]。该试验主要研究了萌发过程POD活性变化(因第1天酶活性过低不宜测定,图中未列出)。由图4可以看出,2个处理的POD活性随着发芽天数的增加逐渐增加,在发芽前期的2~5 d,POD活性增加的速率较快。后期的5~7 d趋于平缓,而磁场处理组,POD活性变化均高于对照,且前期上升速率也较快。说明磁场处理促进了酶活性,从而增强了抗氧化酶促系统对有害自由基的清除,提高了种子活力和萌发效果。

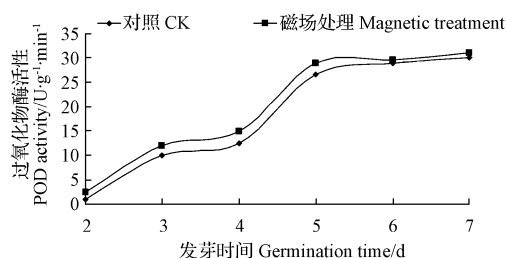


图4 种子萌发过程过氧化物酶活性变化

Fig. 4 Changes of POD activity during seed germination process

3 讨论与结论

种子的发芽势、发芽率、发芽指数和活力指数是反映种子活力变化较为可靠的指标^[10]。而种子活力的高低直接关系到作物田间出苗整齐度和幼苗长势,以及最后产量。适宜时间的磁场强度处理可以提高番茄、小麦、水稻、黄瓜、蚕豆、玉米等种子活力。磁场处理影响处理效果的因子主要有磁场参数和种子特性两方面。磁场参数包括磁场类型(稳恒磁场或变化磁场)、场强大

小、均匀性、方向性、作用时间等^[11]。种子特性包括种子类型、种皮厚薄、含水量等。而且各因素之间又存在交互作用。大范围应用前要进行预试验筛选最佳处理效果。

对于磁场处理提高种子活力及萌发效果的机理,由于涉及到许多物质与生物的微观过程和生理生化反应等与磁场效应相关的一系列问题,是一个非常复杂的过程,目前的研究尚无明确结论。研究者仅从不同的角度对这一问题提出各种机理。一般认为,适当强度和时间的磁场处理能加速种子内的吸水过程、代谢过程和呼吸速率,加快细胞内的氧化磷酸化,促进细胞内 ATP 合成^[12]。并且可提高种子内许多酶的活性,如过氧化物酶和超氧化物歧化酶等,从而加快一些活性氧与自由基的清除,消除它们在组织内的不良影响,提高植物的抗逆性。然而,还有研究表明,磁场还有提高生物体内某些生化有机物质如有机酸、激素、核酸含量的作用,因而有助于提高植物体抵抗外界不良环境的能力。而对于磁场对干湿种子影响效果不同,可以解释为水是生物体内生化反应的主要媒介。磁场处理改变了种子内细胞中与大分子不同程度结合的水和自由水能量,以及蛋白质中蛋白质凝聚体水合作用的程度,从而表现出细胞质运动速度加快^[8]。同时,磁场的作用加快了种子的吸水过程,促进了凝胶态的原生质转变为溶胶状态,增强酶活性,提供足够的水分参与种子内部贮藏有机物的转化和可溶性物质的运输^[13-15]。虽然磁处理的机理不完全清楚,但在实践中已经肯定其在农业中效果。

该试验初步验证了磁场处理可以提高种子代谢过程、增加酶活性和作物抗逆性等,然而在生理生化方面的其它酶活性(如抗氧化酶促其它酶及蛋白酶等)或生长激素、DNA 含量等,同时对于磁场处理对种子超微结

构如细胞膜、细胞器和染色体的影响等均有待于更进一步研究,需多个层次探索提高种子活力的机理。

参考文献

- [1] 陈刚. 磁场处理水对常见大田作物的影响及相关分析[D]. 成都:电子科技大学, 2006:1-2.
- [2] 夏丽华, 依艳丽. 磁场处理对几种种子活力的影响[J]. 松辽学刊(自然科学版), 2002, 2(1):11-13.
- [3] 颜启传. 种子学[M]. 北京:中国农业出版社, 2001:145-150.
- [4] 孔祥生, 易先锋. 植物生理学实验技术[M]. 北京:中国农业出版社, 2008.
- [5] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社, 2003:260-262.
- [6] 张志良, 瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社, 2003:123-125.
- [7] 杨文钰, 关华. 种子萌发生理研究进展[J]. 种子, 2002(5):31-32.
- [8] 陈怀军. 磁场处理黄瓜种子对其幼苗抗旱性的影响[D]. 西安:陕西师范大学, 2008:19.
- [9] 贾媛, 马跃, 王占斌. 磁场处理番茄种子对幼苗 CAT-POD 酶活性影响[J]. 生物技术, 2000, 10(2):14-16.
- [10] 龚慧明. 磁场处理对蚕豆种子活力及幼苗过氧化氢酶-过氧化物酶活性的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(22):6723-6724.
- [11] 朱杰. 磁场的生物学特性及其机理的研究[J]. 生物磁学, 2005, 5(1):30-33.
- [12] Ruzic R, Vodink D, Jerman I. Influence of alumina in biologic effects of electromagnetic field stimulation[J]. Electro Magneto Biol, 2009, 19(1):57-68.
- [13] 刘亚丽, 岳树松, 刘凌. 磁化水对农作物的生理生化效应[J]. 河南师范大学学报(自然科学版), 2002, 30(3):52-54.
- [14] 智慧, 刁现民, 李顺国, 等. 弱磁场处理玉米种子活力的影响[J]. 中国农学通讯, 2005, 7(21):130-131.
- [15] 徐安起, 丁学厚, 姜滢, 等. 磁场处理种子作物生长的影响[J]. 山东大学学报(自然科学版), 1998, 33(1):58-60.
- [16] 韩金龙, 王同燕, 于伟丽, 等. 老化和磁场处理对大白菜种子生理生化指标的影响[J]. 山东农业科学, 2008(7):24-27.
- [17] 颜启传. 种子测定活力的原理和方法[M]. 北京:中国农业出版社, 2006.

Effect of Magnetic Treatment on Seed Vigor and Seed Germination of Cabbage

CUI Lu-lu, YU Hai-xia, LI Jing-fu, XU Xiang-yang

(College of Horticulture, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030)

Abstract: Taking cabbage seeds as test material, by orthogonal experimental design, effect of various factors, different magnetic field intensity, different time, different soaking time of steady magnetic treatment on seed germination were studied, and magnetic treatment seedlings after germination related physiological and biochemical indexes were determined. The results showed that, magnetic field treatment could effectively improve seed germination, the best impact rate of up to 100% or more. Among the various factors, the magnetic field strength was the main influencing factor. The role of time, soaking time were the primary and secondary order for germination index varies. Magnetic field strength 1 000 GS, treatment 10 min, soaking 8 h was the best combination in terms of improved seed vigor. Too large the magnetic field intensity inhibited germination. Magnetic field could speed up germination substance metabolic changes, increase activity, enhance seed resistance, affect seed germination to achieve strong seedling.

Key words: magnetic field; cabbage; seed vigor; seed germination