

硼酸对萝卜成花生理代谢与亲和性的影响

王凤华*, 李光远, 蒋燕, 陈双臣, 王少先, 刘保国, 杨澜

(河南科技大学林学院, 河南 洛阳 471000)

摘要: 采用不同浓度的硼酸分别喷洒萝卜叶片和花蕾, 调查硼对自交不亲和和萝卜成花生理代谢与亲和性的影响。结果显示: 叶面喷施硼酸对萝卜生理代谢有显著影响: 硼酸浓度越高, 抽薹前期萝卜叶片的可溶性糖含量越高, 但是从抽薹开始, 硼效应已经不明显; 硼处理下的叶绿素含量始终高于对照; 0.6% 硼酸处理下萝卜 POD 活性最高; 从现蕾开始, 硼处理下的脯氨酸含量始终高于对照。蕾期喷施硼酸可以在一定程度上促进花粉管伸长, 提高亲和指数, 尤以双核期喷施 0.4% 硼酸的效果最好, 其亲和指数达到 3.08。总体看来, 在萝卜成花过程中, 硼酸处理无论是对萝卜成花过程的生理代谢还是亲和性都存在显著影响。

关键词: 硼; 自交不亲和; 萝卜; 胼胝质; 亲和性

中图分类号: S143.7⁺1; S631.1

文献标识码: A

文章编号: 1673-6257 (2018) 03-0149-06

硼是植物生长发育必需的微量元素, 也是细胞壁结构和稳定性所必需的元素^[1-2], 缺硼会引起植物细胞壁结构异常^[3-4], 机械强度降低, 细胞延伸能力下降, 细胞壁硬化^[5]。硼在植物体内参与糖的运输, 改善有机物质的供应, 植物缺硼时, 碳水化合物的运输受阻, 糖渗漏程度增加^[6-7], 植物体内过氧化物酶 (peroxidase, POD)、抗坏血酸氧化酶、超氧化物歧化酶、酸性磷酸酯酶、三磷酸腺苷酶、磷酸核酮糖羧化酶、核糖核酸酶等活性发生改变, 活性氧 (Reactive Oxygen Species, ROS) 升高^[8-9]。硼不仅在营养生长中具有重要作用, 更是植物生殖生长中的关键因素。小麦“不稔”, 油菜“花而不实”, 棉花“蕾而不花”等均与硼密切相关。硼主要参与花粉管顶端细胞壁的构建, 促进花粉萌发和花粉管伸长生长。缺硼时植物花器官的细胞结构、花药造孢层组织破坏, 造孢层细胞核收缩变形, 花粉管畸形, 花粉发育异常, 萌发率低, 花粉管不能伸长, 花药中的游离脯氨酸、可溶性糖、淀粉、蛋白质等含量大幅下降^[10-11]。进一步研究表明, 转运蛋白参与了植物对硼的吸收与转运过程, 在低浓度下帮助植物吸收硼, 而在毒害时外排硼^[12-15]。硼转运蛋白 OsBOR4 参与水稻花粉萌发^[16-17]; 硼外

排转因子 (RTE) 参与玉米花序与穗的发育^[18]; 硼转运蛋白 (TLS1) 同时参与玉米营养与生殖生长过程^[19-21]。硼还影响胼胝质的合成, 改变膜的性能, 导致胼胝质的合成与分布发生变化^[22]。

萝卜 (*Raphanus sativus* L.) 属十字花科萝卜属, 自交不亲和现象广泛存在, 给萝卜杂交育种带来不便, 提高了杂交种子生产成本。如何克服萝卜花期自交不亲和已经成为萝卜杂交育种的一个重要课题。克服自交不亲和常采用的方法有 CO₂ 处理法、盐水处理法、电助授粉法等, 虽然这些方法在甘蓝和大白菜中得到一定的应用^[23], 但在萝卜上应用存在显著不足, 应用范围受限。本研究拟采用硼喷施法, 探讨苗期和花期喷硼对萝卜生殖生长和自交不亲和性的影响, 以期对萝卜杂交育种提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

供试萝卜为自交不亲和系 LY1101。挑选大小形状相似的萝卜块根, 于 2017 年 2 月 23 日播种于试验地, 正常管理。试验采用随机区组设计, 分两部分进行, 见 1.2、1.3。

1.2 苗期喷硼处理

自萝卜长出新叶开始, 连续叶面喷施不同浓度的硼酸溶液 (B 0%、0.2%、0.4%、0.6%), 每隔 4 d 喷施一次, 共喷施 5 次。于萝卜抽薹前期、抽薹期、现蕾期、初花期、盛花期和结荚期, 采集萝卜薹上新叶, 测定生理指标。生理指标测定参考

收稿日期: 2017-07-10; 最后修订日期: 2017-10-11

基金项目: 国家自然科学基金 (31101536)。

作者简介: 王凤华 (1972-), 女, 四川邛崃人, 副教授, 博士, 研究方向为蔬菜生物学与生物技术。同时为通讯作者, E-mail: fenghua123668@126.com。

张志良等^[24]的方法进行,其中丙二醛(Malonaldehyde, MDA)采用硫代巴比妥酸比色法测定,叶绿素含量采用丙酮提取法测定;脯氨酸(Proline, Pro)含量采用磺基水杨酸法测定;可溶性糖含量采用蒽酮法测定;POD活性采用愈创木酚法测定。

1.3 蕾期喷硼处理

于花粉发育的单核期、双核期、三核期对花蕾喷施硼酸溶液(B 0%、0.2%、0.4%、0.6%),并辅助人工授粉。于授粉后12、24、48 h取样观察花粉管伸长和胼胝质沉积状况。

1.4 花粉管和胼胝质观察

样品固定、染色、观察参照解玮佳等^[25]的方法进行。

1.5 亲和指数计算

待种子成熟时,统计结荚数、种子数量,计算亲和指数(结籽数/授粉花数)。

1.6 数据处理与分析

用SPSS 10.0进行数据分析,Excel 2010作图。

2 结果与分析

2.1 硼对萝卜叶片生理指标的影响

2.1.1 叶面喷硼对萝卜叶片MDA含量的影响

由图1可以看出,在初花期之前,所有处理中,以浓度为B 0.6%处理的MDA含量最低,其它3个处理之间差异不明显,这个时期萝卜叶片正处于旺盛生长期,衰老不是它的主旋律。在盛花期,不同处理之间MDA含量的差异不显著,在结荚期,MDA含量由高到低的处理依次是B 0%、0.2%、0.6%、0.4%。B 0.4%处理在结荚时期能保持较低的MDA含量,是否说明叶片衰老速度相对其它处理要慢,值得进一步研究。除了B 0.4%处理外,其它处理的叶片MDA含量在结荚期存在突然升高的趋势,因为此时萝卜逐渐转入衰老。

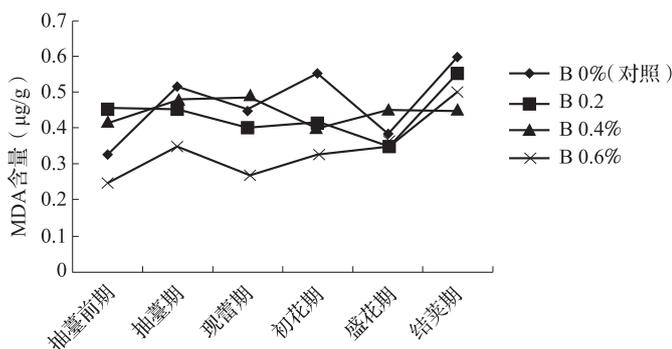


图1 不同浓度硼酸溶液处理的萝卜 MDA 含量

2.1.2 叶面喷硼对萝卜叶片可溶性总糖含量的影响

萝卜叶片可溶性糖含量测定结果如图2所示,由图2可以看出,从抽薹前期开始,随着萝卜的开花进程,叶片中的可溶性糖含量逐渐降低,减少的可溶性糖含量被运转至花器官,供开花结实需要。图2还可以看出,喷施硼酸对抽薹前期叶片的可溶性糖含量有一定的影响,浓度越高其可溶性糖含量越高,但是从抽薹开始,硼的效应已经不明显,喷硼与否,叶片可溶性糖的差异不显著。

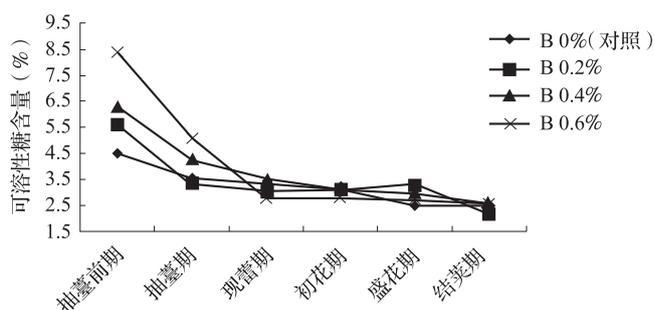


图2 不同浓度硼酸溶液处理的萝卜可溶性总糖含量

2.1.3 叶面喷硼对萝卜叶片POD活性的影响

由图3可以看出,所有处理的POD活性均随着发育进程整体成上升趋势,说明萝卜叶片POD活性与萝卜的生殖生长密切相关,结荚期的POD活性处于最高值,说明结荚期萝卜可能处于逆境,也可能是萝卜开始走向衰老。整个过程中B 0.6%处理下的POD活性最高,说明硼酸在调节萝卜生殖生长中有一定的积极作用,本试验中以B 0.6%效果最好。

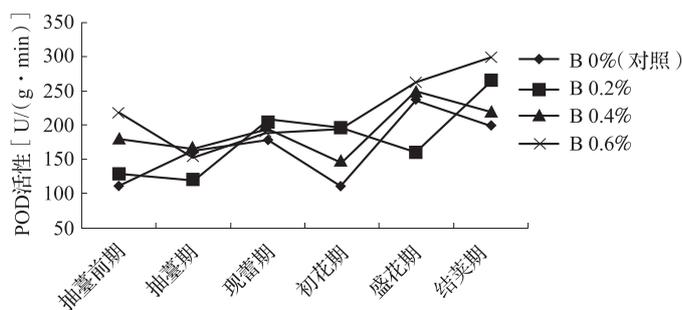


图3 不同浓度硼酸溶液处理的萝卜 POD 活性

2.1.4 叶面喷硼对萝卜叶绿素含量的影响

由图4可以看出,整个过程中,对照的叶绿素含量始终低于硼处理,B 0.6%处理下的叶片在整个生育期中保持相对稳定的叶绿素含量,其它处理在后期均有不同程度的降低。较高的叶绿素含量保证了萝卜光合作用的需要,也保证了萝卜开花结实对光合产物的需要。

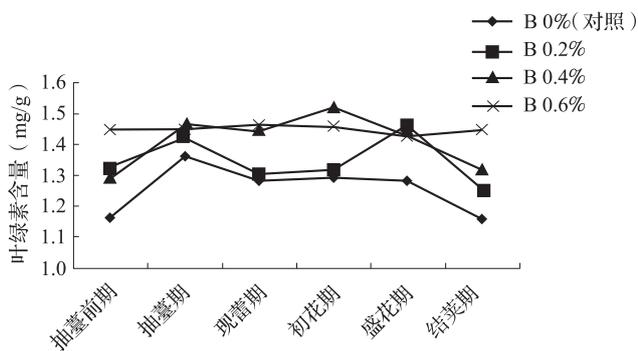


图4 不同浓度硼酸溶液处理的萝卜叶绿素含量

2.1.5 叶面喷硼对萝卜叶片 Pro 含量的影响

图5显示,从抽薹前期开始,对照的Pro含量成逐渐降低的趋势,而硼处理的Pro含量成先升高后降低的趋势。从现蕾开始,硼处理下的Pro含量始终高于对照,Pro在植物细胞中起着调节渗透压、延缓植株衰老的作用。由此推测,硼处理对延缓萝卜衰老起积极作用。

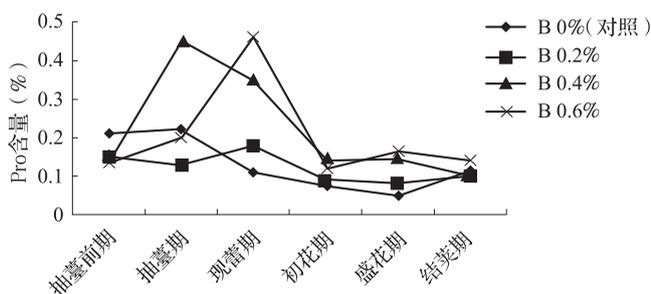


图5 不同浓度硼酸溶液处理的萝卜脯氨酸含量

2.2 蕾期喷硼对萝卜花粉萌发和胼胝质沉积的影响

单核期喷硼后12h, B 0.4%和0.6%处理下观察到花粉管伸长,其中B 0.4%处理下的花粉管数量最多,所有处理都出现胼胝质塞,在B 0.4%和0.6%处理下还有胼胝质反应。24h,所有喷硼处理下均观察到花粉管,而对照却没有;所有处理下均出现大量的胼胝质塞,高浓度硼处理(B 0.4%、0.6%)下有胼胝质反应。48h,所有处理下均观察到花粉管以及不同程度的胼胝质反应,其中B 0.6%处理下花粉管数目最多,0.2%处理的胼胝质反应最剧烈。总的看来,B 0.4%、0.6%处理对花粉萌发和花粉管伸长具有显著效果。

双核期喷硼,对照在48h内没有观察到花粉管,所有喷硼处理都或多或少观察到伸长的花粉管,同时也观察到一定量的胼胝质塞。其中B 0.4%、0.6%处理下的花粉管数目较多。说明双核期喷硼对花粉萌发和花粉管伸长是有利的,仍然以高浓度效果较好。

三核期喷硼,对照仅在24h时观察到少量花粉管,在48h,所有喷硼处理均观察到花粉管,其中B 0.2%处理下花粉管数目较多。说明三核期喷硼处理对花粉的萌发和花粉管的伸长是有利的,但是此期以低浓度效果较好。

表1 不同浓度硼酸溶液处理的萝卜花粉管数量和胼胝质沉积

喷硼时期	授粉后时间 (h)	B 0% (对照)	B 0.2%	B 0.4%	B 0.6%
		花粉管/胼胝质	花粉管/胼胝质	花粉管/胼胝质	花粉管/胼胝质
单核期	12	无 pt/大量 cp	无 pt/少量 cp	较多 pt/较多 cp, cr	少量 pt/少量 cp, 少量 cr
	24	无 pt/大量 cp	较多 pt/较多 cp	少量 pt/较多 cp, cr	较多 pt/大量 cp, cr 反应大
	48	少量 pt/少量 cp, 少量 cr	少量 pt/少量 cp, 大量 cr	少量 pt/少量 cp, 大量 cr	大量 pt/少量 cp, 少量 cr
双核期	12	无/大量 cp, 大量 cr	无/少量 cr, 大量 cp	无/少量 cp, 少量 cr	多 pt/少量 cp, 少量 cr
	24	无 pt/较多 cp, 大量 cr	少量 pt/少量 cp, 少 cr	大量 pt/少量 cp, 少量 cr	多 pt/少量 cp, 少量 cr
	48	无 pt/大量 cp, 大量 cr	少量 pt/少量 cp, 大量 cr	大量 pt/大量 cp, 大量 cr	较多 pt/少量 cp, 少量 cr
三核期	12	少 pt/少量 cp, 无 cr	无 pt/大量 cp, 大量 cr	无 pt/大量 cp, 大量 cr	无 pt/少量 cp, 大量 cr
	24	少量 pt/少量 cp, 少量 cr	较多 pt/少量 cp, 大量 cr	较多 pt/大量 cp, 大量 cr	较多 pt/少量 cp, 少量 cr
	48	无 pt/少量 cp, 较多 cr	较多 pt/较多 cr, 少量 cp	少量 pt/大量 cp, 大量 cr	少量 pt/大量 cp, 大量 cr

注: pt: 花粉管; cp: 胼胝质; cr: 胼胝质反应。

2.3 蕾期喷硼对萝卜亲和指数的影响

不同浓度的硼酸处理能在一定程度上提高自交不亲和和萝卜的结籽数(表2),其中以双核期喷施

B 0.4%效果最好,在该处理下,萝卜的自交不亲和指数达到了3.08。根据方智远等^[26]甘蓝自交不亲和性的实用标准:亲和指数大于1为亲和判断,

双核期喷施 B 0.4% 可以克服该萝卜的自交不亲和性, 使其达到亲和。

表 2 不同浓度硼酸溶液处理的结荚结籽数情况和亲和指数

喷施时期 (硼浓度)	处理花朵数 (朵)	结籽数 (粒)	亲和指数
单核 (B 0%)	60	19	0.32
单核 (B 0.2%)	60	27	0.45
单核 (B 0.4%)	60	57	0.95
单核 (B 0.6%)	60	44	0.72
双核 (B 0%)	60	21	0.34
双核 (B 0.2%)	60	63	1.05
双核 (B 0.4%)	60	184	3.08
双核 (B 0.6%)	60	127	2.12
三核 (B 0%)	60	78	1.13
三核 (B 0.2%)	60	50	0.82
三核 (B 0.4%)	60	56	0.94
三核 (B 0.6%)	60	50	0.83

3 讨论与结论

影响叶绿素合成和分解的环境因素主要有温度、光照、矿质元素、氧气、水分等, 本研究中除了硼的浓度有差别, 别的条件均一致, 但是不同处理之间叶绿素含量却存在显著差异, 说明硼在影响叶绿素合成或分解方面具有一定的作用。易良等^[27]的研究结果显示硼能够提高小麦叶绿素含量, 与本研究的结果一致。目前已知氮、镁是叶绿素的组成成分, 铁、铜、锰、锌是叶绿素合成过程中的辅助因子, 硼既不是叶绿素的组成成分, 也不是合成过程中的辅助因子, 那么, 硼是如何影响叶绿素含量的呢? 有研究认为硼与第二信使 Ca^{2+} 密切相关, 通过 Ca^{2+} 起作用^[28-30]。硼可能是参与了第二信使 Ca^{2+} 的传递, 通过第二信使 Ca^{2+} 间接影响叶绿素的合成和分解, 当然这需要进一步的研究来证实。

此外, 叶绿素是绿色植物体内参与光合作用的重要色素, 在光合作用中起着吸收、传递和转化光能的重要作用, 叶绿素含量高低直接影响光合作用的强弱和物质合成速率^[31]。本试验结果显示, 喷硼处理的萝卜在整个生殖生长期具有较高的叶绿素含量, 理论上其光合能力也应该较强, 光合产物也应该较高。对叶片中可溶性糖含量的测定结果显示, 在抽薹前期, 喷硼处理的萝卜叶片可溶性总糖

含量确实高于对照, 说明外源硼酸提高萝卜叶绿素含量的同时, 也提高了光合作用, 促进萝卜营养生长期的糖代谢, 这一点与廉华等^[32]的结论类似。但是萝卜抽薹后, 硼处理与对照之间的可溶性糖含量却没有显著差异, 究其原因, 笔者认为这是光合产物被及时运输到生殖器官中, 供生殖生长的需要, 后者刚好诠释了硼处理提高植物结籽率的现象, 肖家欣等^[33]的研究结果显示, 纽荷尔脐橙果实发育期, 叶片可溶性糖降低, 果实可溶性糖升高。既然如此, 那么, 硼在萝卜生殖生长期可能扮演着加快光合产物向生殖器官转运的角色, 这一推论与前人“硼参与植物体内碳水化合物的运输”^[6-7]的结论刚好一致。

硼不仅参与植物的营养生长过程, 而且在花器官的发育过程中也具有重要的功能。硼缺乏严重影响花粉的萌发与生长, 使到达胚珠的花粉管数量有所减少, 还可抑制花粉母细胞进行四分体分化, 导致花粉粒不能正常发育^[2,11]。十字花科自交不亲和广泛存在, 其中一个主要原因是胼胝质的存在, 胼胝质存在于花粉管顶端, 抑制花粉管的伸长, 硼可直接或间接影响胼胝质的合成, 改变膜的性能, 最终导致胼胝质的合成与分布发生变化^[22]。本研究结果显示, 在萝卜小孢子发育不同时期喷施硼对萝卜花粉萌发和花粉管伸长具有显著效果, 以双核期浓度为 0.4% 时效果较好, 硼对胼胝质也存在一定程度的影响, 但是本研究显示硼处理的胼胝质沉积和花粉萌发、花粉管伸长并不是截然相反的关系, 这说明硼对萝卜胼胝质和自交不亲和的影响是一个复杂的过程, 需要做进一步研究。

综上所述, 本研究认为喷施硼酸溶液对萝卜自交不亲和有显著影响, 硼主要通过提高叶绿素含量, 加快光合产物向生殖器官的转运, 抑制柱头胼胝质反应, 降低胼胝质含量, 促进花粉萌发和花粉管伸长, 从而克服萝卜自交不亲和, 提高亲和指数。

参考文献:

- [1] O'Neill M A, Eberhard S, Albersheim P, et al. Requirement of borate cross-linking of cell wall rhamnogalacturonan II for Arabidopsis growth [J]. Science, 2001, 294 (5543), 846-849.
- [2] O'Neill M A, Ishii T, Albersheim P, et al. Rhamnogalacturonan II: structure and function of a borate cross-linked cell wall pectic polysaccharide [J]. Ann Rev Plant Bio, 2004, 55,

- 109 – 139.
- [3] Albert L S. Ribonucleic acid content, boron deficiency symptoms, and elongation of tomato root tips [J]. *Plant Physiology*, 1965, 40: 649 – 652.
- [4] Kauch I H, Kumazawa K. Anatomical responses of root tips to boron deficiency I Effect of boron deficiency on elongation of root tips and their morphological characteristics [J]. *Soil Science and Plant Nutrition*. 1975, 21 (1): 21 – 28.
- [5] Cakmak I, Kurz H, Marschaer H. Short – term effects of boron, germanium and high light intensity on membrane permeability in boron deficient leaves of sunflower [J]. *Physiologia Plantarum*, 1995, 95 (1): 11 – 18.
- [6] 肖家欣, 严翔, 彭抒昂, 等. 赣南华盛脐橙果实发育中几种矿质营养含量动态的研究 [J]. *中国生态农业学报*, 2008, 16 (1): 134 – 138.
- [7] 盛鸥, 严翔, 彭抒昂, 等. 纽荷尔脐橙果实发育期叶片不同形态硼含量与缺硼的关系 [J]. *园艺学报*, 2007, 34 (5): 1103 – 1110.
- [8] Kobayashi M, Mutoh T, Matoh T. Boron nutrition of cultured tobacco BY – 2 cells. IV. Genes induced under low boron supply [J]. *Journal of Experimental Botany*, 2004, 55 (401): 1441 – 1443.
- [9] Koshiha T, Kobayashi M, Matoh T. Boron nutrition of tobacco BY – 2 cells. V. oxidative damage is the major cause of cell death induced by boron deprivation [J]. *Plant Cell Physiology*, 2009, 50 (1): 26 – 36.
- [10] 沈振国, 张秀省, 王震宇, 等. 硼素营养对油菜花粉萌发的影响 [J]. *中国农业科学*, 1994, 27 (1): 51 – 56.
- [11] Iwai H, Hokura A, Oishi M, et al. The gene responsible for borate cross – linking of pectin Rhamnogalacturonan – II is required for plant reproductive tissue development and fertilization [J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2006, 103 (44): 16592 – 16597.
- [12] Takano J, Wada M, Ludewig U, et al The Arabidopsis major intrinsic protein NIP5; 1 is essential for efficient boron uptake and plant development under boron limitation [J]. *Plant Cell*, 2006, 18 (6): 1498 – 1509
- [13] Pang Y Q, Li L, Ren F, et al. Overexpression of the tonoplast aquaporin AtTIP5; 1 conferred tolerance to boron toxicity in *Arabidopsis* [J]. *J Genet Genomics*, 2010, 37 (6): 389 – 397.
- [14] Hanaoka H, Uruguchi S, Takano J, et al. OsNIP3; 1, a riberic acid channel, regulates boron distribution and is essential for growth under boron – deficient conditions [J]. *Plant J*, 2014, 78 (5): 890 – 902.
- [15] Kumar K, Mosa K, Chhikara S, et al. Two rice plasma membrane intrinsic proteins, OsPIP2; 4 and OsPIP2; 7, are involved in transport and providing tolerance to boron toxicity [J]. *Planta*, 2014, 239 (1): 187 – 198.
- [16] Tanaka N, Uruguchi S, Fujiwara T. Exogenous boron supplementation partially rescues fertilization defect of Osbor4 mutant [J]. *Plant Signal Behav*, 2014, 9 (3): e28356.
- [17] Tanaka N, Uruguchi S, Saito A, et al. Roles of pollen specific boron efflux transporter. OsBOR4, in the rice fertilization process [J]. *Plant Cell Physiol*, 2013, 54 (12): 2011 – 2019.
- [18] Chatterjee M, Tabi Z, Galli M, et al. The boron efflux transporter ROTTEN EAR is required for maize inflorescence development and fertility [J]. *Plant Cell*, 2014, 26 (7): 2962 – 2977.
- [19] Durbak A R, Phillips K A, Pike S, et al. Transport of boron by the tassel – less1 aquaporin is critical for vegetative and reproductive development in maize [J]. *Plant Cell*, 2014, 26 (7): 2978 – 2995.
- [20] Leonard A, Holloway B, Guo M, et al. Tassel – less1 encodes a boron channel protein required for inflorescence development in maize [J]. *Plant Cell Physiol*, 2014, 55 (6): 1044 – 1054.
- [21] 夏金婵. 植物对硼元素的吸收与转运 [J]. *植物生理学报*, 2015, 51 (9): 1381 – 1386.
- [22] Wang Q L, Lu L D, Wu X Q, et al. Boron influences pollen germination and pollen tube growth in *Picea meyeri* [J]. *Tree Physiology*, 2003, 23 (5): 345 – 351.
- [23] 周庆红, 曾勇军, 杨寅桂, 等. 盐硼溶液克服甘蓝自交不亲和性研究 [J]. *种子*, 2009, 28 (12): 48 – 51.
- [24] 张志良, 瞿伟菁. 植物生理学实验指导 (第三版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [25] 解玮佳, 白天, 李世峰, 等. 锈叶杜鹃授粉花柱的显微观察与自交亲和性分析 [J]. *江西农业大学学报*, 2013, 35 (4): 698 – 702.
- [26] 方智远, 孙培田, 刘玉梅. 甘蓝杂种优势利用和自交不亲和系选育的几个问题 [J]. *中国农业科学*, 1983, 16 (3): 51 – 62.
- [27] 易良, 李邦发, 赵鹏. 烯效唑与硼对小麦叶绿素与相关品质的影响 [J]. *湖北农业科学*, 2009, 48 (3): 569 – 572.
- [28] 郭光明, 张福锁, 尚忠林, 等. 硼对百合花粉萌发过程中细胞内游离钙离子的影响 [J]. *中国农业大学学报*, 2002, 7 (5): 32 – 37.
- [29] 张敏, 谢运球. 硼、镉元素及其交互作用与油菜产量和品质 [J]. *生态科学*, 2007, 26 (4): 367 – 373.
- [30] 曾丽霞, 艾应伟. 硼对花粉生物化学功能影响的研究进展 [J]. *中国土壤与肥料*, 2008, (3): 39 – 11.
- [31] 吴成龙, 尹金来, 徐阳春, 等. 碱胁迫对菊芋幼苗生长及其光合作用和抗氧化作用的影响 [J]. *西北植物学报*, 2006, 26 (3): 447 – 454.
- [32] 廉华, 孙爽, 张宇, 等. 硼砂浸种处理对马铃薯幼苗形态建成及糖代谢的影响 [J]. *中国土壤与肥料*, 2015, (6): 96 – 101.
- [33] 肖家欣, 严翔, 彭抒昂, 等. 纽荷尔脐橙缺硼表现与其硼、糖含量年变化的关系 [J]. *园艺学报*, 2006, 33 (2): 356 – 359.

The effects of boric acid on the flowering physiological metabolism and affinity of self-incompatibility radish during reproductive growth

WANG Feng-hua*, LI Guang-yuan, JIANG Yan, CHEN Shuang-chen, WANG Shao-xian, LIU Bao-guo, YANG Lan (Forestry College, Henan University of Science and Technology, Henan Luoyang 471000)

Abstract: The different concentrations of boric acid were used to spray on the leaves and buds to investigate the effects of boron treatment on the physiological metabolism and affinity of self-incompatibility radish during reproductive growth stage. The results showed that spraying of boric acid on the leaves had a significant effect on the physiological metabolism of radish, the higher the concentration of boric acid, the higher the soluble sugar content of the pre-bolting turnip leaves. But from the bolting period, the effect of boric acid was not obvious. The chlorophyll content under boron treatment was higher than that of the control group. The POD activity of 0.6% boric acid treatment was higher than other treatments. From the budding period, the Pro content was always higher than the control. Spraying boron on buds accelerated the elongation of pollen tube, thereby improved affinity index. It was the best with a concentration of 0.4% boric acid spraying in dual phase, and its affinity index reached 3.08. Totally, boron treatment had significant influences on the physiological metabolism of leaves and affinity of radish during its reproductive growth stage.

Key words: boron; self-incompatibility; radish; callosity; affinity



江苏省淮安大华生物科技有限公司 为您提供……
高效、绿色、环保发酵剂——酵素菌速腐剂



许可证号：微生物肥（2003）准字（0107）号、国环有机农业生产资料认证号：OP-0109-932-201

淮安市大华生物科技有限公司是以研制生产酵素菌系列微生物制品为主的科技型企业，集科研、生产、销售于一体，技术力量雄厚、设备先进、设施完善。本公司主要产品微生物发酵剂——酵素菌速腐剂，是采用生物技术制成的一种好（兼）气性复合微生物制剂，高效、绿色、环保，内含大量有益微生物、活性酶，适用于秸秆腐熟、畜禽粪便处理、垃圾堆肥、污泥堆肥和饼粕肥、农家肥等有机物固体发酵和人畜粪便液体发酵，是生产有机生物肥的优质、高效发酵剂。

主要功效：1. 发酵分解能力强，快速腐熟有机材料。2. 改良土壤，增强地力。3. 增产效果显著。4. 减轻病虫害，克服连作障碍。5. 改善农产品品质。我公司可为生物有机肥生产厂家提供发酵原料配比、工艺等资料。

机插秧育苗专用肥——机插水稻育苗基质 [苏农肥（2005）准字0365-02号]

机插水稻育苗基质（拌土型）是根据无土栽培学、植物营养学、肥料学、土壤微生物学原理研制而成，内含多种有益微生物、有机物及植物所需的大量、微量平衡营养元素，既是一种栽培基质又是一种良好的土壤调理剂。根据江苏农垦多年应用结果，具有“五省三增”的效果，即：省工、省肥、省药、省地、省机械费用，增加产量、增强抗病性、增加效益。

功效特点：1. 改良育秧土壤结构，提高土壤通透性和保水性能，提高养分利用率。2. 有机、无机、微生物肥三元配比科学，营养全面，苗期无需追肥。3. 根际形成的优势菌种能抑制和减少病原菌的产生，减轻病虫害的发生，增强植物抗性。4. 采用天然可降解有机物等经多重生化处理制成，属绿色环保型产品，符合绿色无公害农业的要求。5. 节本增效，每盘育苗成本仅需0.2元。

我公司还生产国环有机认证产品“华丰有机液肥”，并为有机基地提供种植方案，现诚征各地经销代理商。

地址：江苏省淮安市楚州区白马湖农场 邮编：223216

电话：0517-85751101、85751488 传真：0517-85751488

联系人：陈忠良 手机：18952315919 网址：<http://www.jsdh.com> E-mail：dahua@jsdh.com