

稻壳灰提取硅对水稻种子萌发的影响初探

李玉梅^{1,2,3} 杜秋红⁴ 于洪久³ 郭 炜³ 王根林³ 阎秀峰¹ 魏 丹³

(1. 东北林业大学 博士后科研流动站 黑龙江 哈尔滨 150010; 2. 黑龙江省农业科学院 博士后科研工作站, 黑龙江 哈尔滨 150086; 3. 黑龙江省农业科学院 黑龙江 哈尔滨 150086; 4. 黑河市秋赢农资有限公司 黑龙江 黑河 154213)

摘要: 采用碱溶酸析技术将稻壳灰中非晶态分子硅转化为易溶态硅酸盐,通过水稻萌发试验,研究不同浓度硅预处理对种子活力、根系吸收能力及幼嫩叶片叶绿素含量的影响。结果表明,稻壳灰提取硅与常规硅肥对种子萌发影响表现趋势一致。一定硅浓度范围内,种子发芽势、发芽率、发芽指数随硅浓度增加而增加,达一定值后,随硅浓度增加而降低;根系活跃吸收面积与总吸收面积以处理 B 硅含量 8% 稀释 300 倍最高,其次是稀释 400 倍,以处理 D 硅含量 16% 稀释 100 倍最低;常规硅肥处理对水稻叶绿素影响略低于与同一硅浓度稻壳灰提取硅处理,但差异不明显。稻壳灰提取硅含量在 8% 稀释 300 ~ 400 倍浸种,具有明显的促进种子萌发作用。

关键词: 稻壳灰; 硅; 水稻

中图分类号: S511.03 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2012)增刊-0198-04

Effects of Extracted Silicon from Rice Hull Ash on Rice Seed Germination

LI Yu-mei^{1,2,3} , DU Qiu-hong⁴ , YU Hong-jiu³ , GUO Wei³ , WANG Gen-lin³ ,
YAN Xiu-feng¹ , WEI Dan³

(1. Northeast Forestry University Postdoctoral Programmer , Harbin 150010 , China; 2. Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences Postdoctoral Programmer , Harbin 150086 , China; 3. Heilongjiang Academy of Agriculture Science , Harbin 150086 , China; 4. Qiu Ying Agriculture Resource Company in Heihe , Heihe 154213 , China)

Abstract: Extracted silicon from rice hull ash by the initial carbon treatment , then high content , purity and effective silicon were required through the methods of alkali solution and acid out. We compared different concentration Si impacted on rice seed germination. Analysis of sequences showed that within certain Si , total absorption area of rice roots (TAAR) and active absorption area of rice roots (AAAR) were increased with the decreasing of silicon concentration , and were appeared as silicon with decreasing concentration trend when silicon content was reduced to some extent; Total chlorophyll content were showed similar trends under low content of silicon , more lower silicon content , more beneficial to the accumulation of chlorophyll. Contrasted with the treatment of silicon liquid fertilizer has not clearly different on the rice chlorophyll and root vigor. We concluded that extracted silicon from rice husk ash was reached to 8 percent and dilution was from 300 to 400 times were both promoted the seed vigor , it was effective to seed germination.

Key words: Rice hull ash; Silicon; Rice

自 1926 年美国加州大学 Sommer 率先提出硅是水稻良好生长所必需的元素后,人们对硅素的研究越来越重视。研究证实,硅具有增强水稻植株茎秆粗壮、抗倒伏、提高抗病性、抗土壤营养性生理胁迫、增加产量等特性^[1-6]。稻壳在水稻生长发育过程中从土壤中吸收硅而富含硅,其二氧化硅含量可达

20%。在我国,稻壳是一种非常丰富的植物原料,工业上采用磷酸法、碱浸提法制备活性炭、硅酸钠均取得了一定的成功^[7-8],但存在工艺复杂、成本高等缺陷。目前,利用稻壳发电已成为能源再利用的一种有效方式,但其燃烧产物稻壳灰的二次开发利用也成为制约许多中小型企业发展的瓶颈。如何在低成

收稿日期: 2012-08-26

基金项目: 哈尔滨市青年科技创新基金(项目编号: 2011RFQYN063)

作者简介: 李玉梅(1971-),女,四川射洪人,副研究员,博士,主要从事土壤肥料、植物营养等方面研究。

通讯作者: 魏 丹(1965-),女,黑龙江嫩县人,研究员,主要从事土壤研究。

本、低耗能的基础上从稻壳灰中提取硅,代替以开发天然硅矿资源为农业硅肥来源的主要方式,并对稻壳灰硅提取物对农业生产安全、有效性做以科学评价,还少见报导^[9]。

针对当前稻壳灰残存量较大,农业开发利用率的现状,笔者在借鉴前人研究结果的基础上,根据稻壳灰中硅含量丰富特点,采用碱溶酸析及有机络合技术对稻壳灰中硅提取,通过水稻种子萌发试验,研究不同浓度硅预处理对水稻种子萌发影响,探索稻壳灰提取硅对水稻种子安全、有效性影响,为下一步实现稻壳灰在农业生产上的资源化利用,开发农用硅肥资源,提供相应的理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

稻壳灰提取硅:由本实验室对低温碳化后稻壳灰进行碱溶酸析及有机络合技术获得。根据络合剂含量不同,设计4个硅水平,A(Si-A,Si4%)、B(Si-B,Si8%)、C(Si-C,Si12%)、D(Si-D,Si16%)。

常规硅肥:市售硅肥(Si-LF,Si14%)。

水稻:东农428,由黑龙江省农科院栽培所提供。

1.2 试验处理

种子活力测定:设5个处理,分别为A:Si-A,B:

Si-B,C:Si-C,D:Si-D,及清水(CK)处理。每一处理设5个浓度梯度(稀释100,200,300,400,500倍)。

培养皿底部平铺两层滤纸,均匀摆放50粒(经灭菌灵消毒后)浸泡过不同含量硅稀释液的水稻种子(浸泡时间为24h),放置在23~25℃的恒温培养箱内培养,每处理重复5次。发芽期间每24h记录一次,第3d统计发芽势,第7d统计发芽率,并计算发芽指数。

根系活力测定:设6个处理,分别为A:Si-A,B:Si-B,C:Si-C,D:Si-D,E:常规硅肥(Si-LF),及清水(CK)处理。每一处理设5个浓度梯度(稀释100,200,300,400,500倍)。

培养皿底部平铺两层滤纸,均匀摆放10粒水稻种子(经灭菌灵消毒后),每皿各注入15mL硅稀释液,恒温放置培养7~15d,以清水为对照,测定根系活力。每处理重复5次。

叶绿素测定:对上述处理培养皿内水稻幼嫩叶片进行叶绿素测定。

1.3 测定方法

种子活力、根系活力和叶绿素含量测定分别按照常规法、TTC法^[10]和丙酮与酒精1:1方法^[11]。数据分析采用DPS6.55软件和Excel进行。

表1 稻壳灰提取硅对水稻种子活力影响相关分析

Tab.1 Correlation analysis on the effect of different concentration Si on rice seed vigor

处理 Treatment	浓度 Concentration	发芽势/% Germination energy	发芽率/% Germination rate	发芽指数/% Germination index
A	100	74.15c	75.33d	15.23a
	200	77.75c	78.41c	15.50a
	300	82.45b	84.03b	16.33a
	400	84.25ab	88.83a	17.27a
	500	86.75a	89.70a	17.50a
CK	0	84.10ab	87.80a	16.80a
	100	79.47d	79.43d	15.67b
	200	83.53c	82.48c	16.70b
	300	88.91b	89.46b	17.23b
	400	91.40a	92.50a	19.37ab
B	500	91.57a	92.06ab	21.03a
	0	84.10c	87.80b	16.80b
	50	69.96c	71.71c	14.53a
	100	73.42bc	75.30c	14.73a
	200	77.23b	80.33b	15.30a
C	500	85.36a	89.23a	16.36a
	1 000	86.55a	88.93a	16.50a
	0	84.10a	87.80a	16.80a
	100	64.42e	65.55d	13.47b
	200	67.90d	67.27d	14.23ab
D	300	72.43c	74.24c	14.76ab
	400	82.11b	84.86b	15.20ab
	500	84.46a	86.33ab	15.60ab
	0	84.10a	87.80a	16.80a

2 结果与分析

2.1 稻壳灰提取硅对水稻种子活力影响

种子发芽势大小、发芽率高低,直接反映出种子活力强弱。由表 1 可见,在种子萌发阶段,B 处理稀释 300、400 倍,种子发芽率、发芽势、发芽指数均处于较高水平,而 D 处理较高硅水平下,各项指数均处于较低水平。同一硅水平下,水稻种子发芽势、发芽率均以稀释 100 倍最低,其次是稀释 200 倍。稀释浓度越大,种子发芽率越高,这可能与较高硅浓度下浸提剂用量较多,酸碱度不平衡而影响种子对硅的吸收有关。不同硅水平下,稀释 400、500 倍处理,种子发芽势和发芽率各项指数均高于清水处理,说明稻壳灰提取硅具有刺激种子萌发的作用,马成仓等^[12]认为,随着作用时间的延长,这种促进作用会更明显。

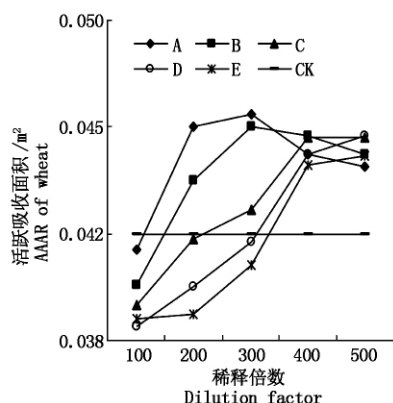


图 1 不同硅水平下根系活跃吸收面积

Fig. 1 AAAR of rice root under different content Si

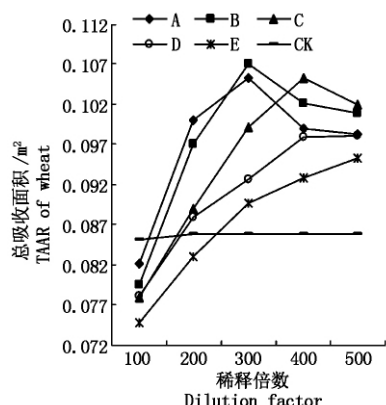


图 2 不同硅水平下根系总吸收面积

Fig. 2 TAAR of rice root under different content Si

2.2 稻壳灰提取硅对根系活力影响

根系活跃能力与根系吸收面积大小有关。由图 1、2 可以看出,水稻萌发期间根系总吸收面积与活跃吸收面积变化趋势大体相近,硅含量越高,稀释倍数越小,根系吸收能力降低。处理 A 硅水平最低,低稀释倍数下,对根系吸收能力表现为促进作用,但

随着稀释倍数增加,硅浓度降低幅度增大,对根系吸收促进作用降低。根系总吸收面积以 B 处理稀释 300 倍处最高,其次为 C 处理稀释 400 倍,分别为 0.11 、 0.106 m^2 ,一定浓度硅可以改善根系的吸收能力,促进根系对营养的吸收^[13]。常规硅肥中硅含量为 14%,根系吸收能力略低于硅含量较接近的 D 处理,与常规硅肥养分含量较全,胚萌发阶段对环境养分吸收利用较少有关。

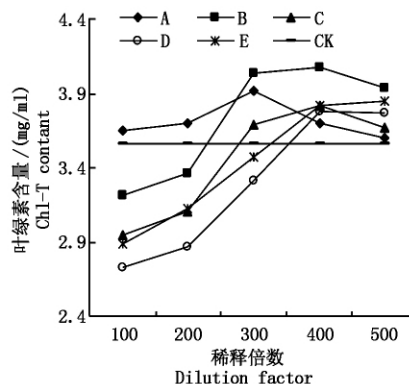


图 3 不同硅水平下水稻叶片叶绿素含量

Fig. 3 Chlorophyll content of rice by different content Si

2.3 稻壳灰提取硅对叶绿素含量影响

对水稻种子进行稻壳灰提取硅浸种后发芽培养,通过测定幼嫩叶片叶绿素含量能够间接反映出硅对根系吸收能力的直接影响。由图 3 可见,硅含量不同,稀释浓度不同,对水稻幼嫩叶片叶绿素含量影响不同。随着硅浓度增加,叶绿素含量降低,以 D 处理稀释 100 倍最低,仅为 2.73 mg/mL 。叶绿素最高值出现在 B 处理稀释 300 倍和 400 倍处,其次为 A 处理稀释 300 倍,分别为 4.07 、 4.03 、 3.92 mg/mL 。稻壳灰提取硅作用效果与常规硅液肥处理表现趋势一致,一定硅浓度范围内,随硅含量增加,叶绿素积累量增加^[12],与根系对硅的吸收保持同步。

3 结论与讨论

稻壳灰中硅含量虽然很高,但却为植物不能直接吸收利用的形态,因此,只有将稻壳灰中非晶态 $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 分子转变为 SiO_3^{2-} ,才能保持硅的植物可吸收性。本试验发现,在一定硅浓度范围内,稻壳灰提取硅对水稻种子萌发具有一定的促进作用,且与常规硅肥作用效果表现一致,说明稻壳灰提取硅可作为植物吸收利用的一种有效形态,作为农业用硅资源,一定含量的稻壳灰硅提取物对水稻种子安全、有效。下一步将对稻壳灰提取硅对种子吸收利用机理方面进行研究,明确稻壳灰硅的作用机制,为农业副产物深度开发和利用提供理论依据。

参考文献:

- [1] 束良佐,刘英慧. 盐胁迫下硅对玉米幼苗叶片内膜过氧化酶保护系统的影响[J]. 厦门大学学报 2001 40(6): 1295-1300.
- [2] Kalapathy U, Proctor A, Shultz J. An improved method for production of silica from rice hull ash[J]. Bioresour Technol 2002; 85(3): 285-289.
- [3] Shin J H, Van K, Kim K D, *et al.* Silicon alleviates drought stress of rice plants by improving plant water status, photosynthesis and mineral nutrient absorption[J]. Biol Trace Elem Res 2011; 142(1): 67-76.
- [4] Cai K, Gao D, Luo S *et al.* Physiological and cytological mechanisms of silicon-induced resistance in rice against blast disease. Physiol Plant 2008; 134(2): 324-33.
- [5] Ma J F. Silicon transporters in higher plants[J]. Adv Exp Med Biol 2010; 679: 99-109.
- [6] Seebold K W, Kucharek T A, Datnoff L E *et al.* The influence of silicon on components of resistance to blast in susceptible, partially resistant, and resistant cultivars of rice. Phytopathology 2001 91(1): 63-69.
- [7] 李 玥. 稻壳灰综合利用研究[D]. 无锡: 江南大学, 2004.
- [8] Kalapathy U, Proctor A, Shultz J. An improved method for production of silica from rice hull ash. Bioresour Technol 2002 85(3): 285-289.
- [9] 常胜隆. 植物的硅素营养及硅肥的推广应用[J]. 潍坊学院学报 2004 4: 25-26.
- [10] 孔祥生, 易现峰. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 中国农业出版社 2008: 92-103.
- [11] 李得孝, 郭月霞, 员海燕, 等. 玉米叶绿素含量测定方法[J]. 中国农学通报 2005 (6): 153-155.
- [12] 马成仓, 李清芳, 束良佐, 等. 硅对玉米种子萌发和幼苗生长作用机制初探[J]. 作物学报 2002 28(5): 665-669.
- [13] 王丽燕. 硅对 NaCl 胁迫下野大豆种子萌发的影响[J]. 大豆科学 2010 9(5): 906-908.