

白城地区不同土壤条件下硅肥对糜子 种子萌发代谢的影响

刁淑清¹, 谢志明¹, 韩月明²

(1. 白城师范学院 生命科学学院, 吉林 白城 137000; 2. 吉林省三岔子林业局, 吉林 白山 134702)

摘要:为更好地驯化栽培耐盐碱糜子品种, 采用室内种子发芽试验的方法, 研究在白城地区淡黑钙土和盐碱土条件下硅肥对糜子品种宁糜 11 种子萌发代谢的影响。结果表明: 在两种土壤条件下, 一定用量的硅肥能够显著提高萌发代谢过程中淀粉酶、蛋白酶、脂肪酶活性, 因此, 硅肥能够在一定程度上提高糜子种子的萌发速度。

关键词:糜子; 萌发代谢; 酶活性; 硅肥

中图分类号:S516.062 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)11-0038-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.11.0038

我国糜子(*Panicum miliaceum* L.)的栽培面积及产量居世界第二位, 内蒙古、甘肃、陕西、黑龙江、吉林、河北、山西、宁夏等省、自治区是我国糜子的主要产区^[1]。糜子产业是国家产业发展中不可缺少的重要组成部分, 糜子生产对我国干旱半干旱地区的粮食安全、饲料安全等方面具有重要的作用^[2]。

淡黑钙土和盐碱土是吉林地区常见的土壤类型, 其中淡黑钙土是一种从黑钙土向栗钙土过渡的土壤^[3], 是吉林省中低产土壤^[4], 其肥力一般, 面积大约占白城地区土地总面积的 1/4^[5]。白城地区气候干旱, 土壤沙漠化、盐碱化严重^[6], 土地盐碱化使生态环境恶化, 给农业生产及农村经济

发展带来巨大的障碍^[7], 该地区的盐碱土属于苏打盐碱土, 由于其土壤板结、肥力低下, 农田质量受到严重的影响^[8], 在农业生产中也严重影响到作物的生长发育^[9]。

硅元素在地壳中含量丰富, 研究表明其对禾本科植物生长具有促进作用^[10], 在提高作物产量、改善作物品质和防治土壤退化等方面具有重要意义^[11]。研究表明, 在一些不缺硅的土壤中, 当有效硅浓度为 200~300 mg·kg⁻¹ 时, 施用硅肥仍然能对作物有增产效果^[12]。施用硅肥能提高作物在盐碱、干旱及重金属等胁迫条件下的抗逆性^[10]; 硅肥能改善土壤结构, 促进土壤酸碱平衡, 进而改良盐碱地^[13]; 另外, 硅也能够促进非胁迫条件下植物的生长^[14-15]。

在盐碱胁迫条件下, 糜子种子发芽势、发芽率、发芽指数等指标受到不同程度的影响^[16-17]。前人研究表明, 硅对玉米^[18]、紫花苜蓿^[19]、麻疯树^[20]等作物发芽指标有促进作用。本文通过室内发芽试验, 研究在白城地区淡黑钙土和盐碱土条件下硅肥对糜子种子萌发特性及种子萌发代谢

收稿日期: 2015-07-14

基金项目: 吉林省教育厅“十二五”科学技术研究资助项目([2005]第 421 号); 白城师范学院科技计划资助项目([2014]A4 号)

第一作者简介: 刁淑清(1960-), 女, 吉林省白城市人, 硕士, 副教授, 从事植物栽培育种方面的研究。E-mail: sqd1960@163.com。

Abstract: In order to study the accumulation and distribution of nutrients in paddy field profile to provide rational application of fertilizer, the main type of soil profile in Heilongjiang province was investigated. The results showed that most of soil type in Heilongjiang province was acidic, the pH was 5.5~6.5. The content of organic matter and total N in Northern area was a little more than those in western area and much more than those in eastern area. The content of organic matter of black soil profile in surface layer was higher than that in bottom layer. The content of total P in each soil profile was not changed obviously and the distribution trend showed rose gradually from north to south. The distribution of total K was higher than other regions and did not show obvious regional rule, the content in each profile had no obvious rule either.

Keywords: Heilongjiang province; soil profile; nutrient distribution

(该文作者还有姬景红、佟玉欣, 单位同第一作者)

物质的影响,旨在为今后糜子品种鉴定及筛选、耐盐碱品种驯化栽培等方面提供可借鉴的试验方法和理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

室内发芽试验所用的淡黑钙土和盐碱土分别取自白城师范学院生命科学学院田间试验基地和白城市高平乡改良盐碱地,土壤的农化性状:淡黑钙土中的有机质含量为 22.6 g·kg⁻¹,速效氮含量为 120.2 mg·kg⁻¹,速效磷含量为 19.3 mg·kg⁻¹,速效钾含量为 162.8 mg·kg⁻¹,有效硅含量为 263.5 mg·kg⁻¹,pH7.8;盐碱土的有机质含量为 18.3 g·kg⁻¹,速效氮含量为 105.3 mg·kg⁻¹,速效磷含量为 12.2 mg·kg⁻¹,速效钾含量为 155.6 mg·kg⁻¹,有效硅含量为 238.60 mg·kg⁻¹,pH8.3。

供试糜子品种为宁夏农林科学院固原分院选育的宁糜 11;供试肥料为河北省中农绿禾硅肥厂生产的硅肥(30% SiO₂)。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验处理采用在淡黑钙土和盐碱土两个不同类型土壤条件下施用不同剂量硅肥的方式,共 5 个用量的硅肥处理(硅肥用量折算为 SiO₂):0、40、80、120、160 mg·kg⁻¹,分别用 M1、M2、M3、M4、M5 来表示,以室内种子发芽的方式,每个处理重复 3 次,每个土壤条件下播种 15 个种子培养箱,两种土壤条件下共 30 个培养箱^[21]。

糜子种子发芽试验于 2013 年进行,先用 0.1%的 HgCl₂把宁糜 11 种子消毒 10 min,再在 25℃下浸种 4 h。选取盐碱土耕层上层的土壤(厚 0~10 cm),风干后装入高度为 0.1 m 的敞口黑色塑料箱中,加水至土壤的最大持水量 70%,按每 5 cm 间距播种糜子种子,每穴一粒,放入表土以下 3 cm 处,每箱播种 100 粒种子,放入 25℃的室内待发芽^[21]。

1.2.2 测定项目及方法 淀粉酶活力测定的方法采用 3,5-二硝基水杨酸还原法,其反应时间为 10 min;蛋白酶活力测定采用 Folin 酚的方法,反应时间是 22 h;脂肪酶的活力测定采用碱滴定法,酶的单位定义为该系统下,每 1 mL 0.05 mol·L⁻¹ NaOH 的滴定为一个酶单位。在本试验过程中,淀粉酶的测定采用 722 分光光度计测 500 nm 光密度值,蛋白酶的测定采用 722 分光光度计测

680 nm 光密度值,酶活力的单位定义为以上各系统下,光密度变化每 0.100 为一个酶单位^[21-23]。用 SPSS17.0 分析数据,用 Origin7.5 作图。

2 结果与分析

2.1 硅对两种土壤条件下糜子种子胚乳中淀粉酶活性的影响

淡黑钙土条件下,一定用量的硅肥能显著的影响糜子种子中淀粉酶的活性,种子萌发后的第 2 天、第 3 天、第 4 天淀粉酶活性的变化规律相同,一定用量的硅肥能够提高淀粉酶活性,M1、M2、M3 处理下糜子种子淀粉酶活性差异不显著,M4 和 M5 处理下淀粉酶活性显著高于其它 3 个处理,当硅肥用量达到 120 mg·kg⁻¹(M4)时,淀粉酶活性随着硅肥用量的增加而增加,M4 和 M5 处理之间差异不显著。

盐碱土条件下,在种子萌发第 2 天、第 3 天,淀粉酶活性的变化规律相同,均表现为当硅用量达到 80 mg·kg⁻¹(M3)时,淀粉酶活性显著高于 M1 和 M2 两个处理,并且淀粉酶活性随着硅肥用量的增加而增加,M4 和 M5 两个处理之间差异不显著,第 4 天 M1、M2 和 M3 差异不显著,均显著低于 M4 和 M5,后两者间差异也不显著(见表 1)。

表 1 硅对两种土壤条件下糜子萌发种子胚乳中淀粉酶活性的影响

Table 1 Effect of silicon on amylase activity in seeds in two types of soil

土壤类型 Soil types	硅肥处理 Silicon treatments	淀粉酶/(U·mg ⁻¹ DM) Amylase		
		第 2 天 The 2 nd day	第 3 天 The 3 rd day	第 4 天 The 4 th day
淡黑钙土 Light chernozem soil	M1	13.00±0.36 b	18.81±0.91 b	25.96±1.12 b
	M2	13.12±0.55 b	19.36±1.00 b	26.59±1.34 b
	M3	14.30±0.63 b	19.68±0.98 b	26.33±1.16 b
	M4	21.93±0.87 a	29.35±1.32 a	39.83±1.35 a
	M5	22.35±0.78 a	31.19±1.28 a	40.38±1.56 a
盐碱土 Saline-alkali soil	M1	9.00±0.58 c	14.11±0.78 c	19.26±1.42 b
	M2	9.22±0.62 c	14.36±0.81 c	19.79±1.36 b
	M3	11.30±0.93 b	16.98±1.05 b	23.37±1.45 b
	M4	13.93±1.00 a	20.35±1.31 a	27.83±1.53 a
	M5	14.76±1.15 a	21.19±1.50 a	28.68±1.62 a

小写字母表示在 0.05 水平下各数值之间差异显著。下同。
Lowercase mean significant difference (P<0.05). The same below.

2.2 硅对两种土壤条件下糜子种子胚乳中蛋白酶活性的影响

淡黑钙土条件下,一定用量的硅肥能够显著影响糜子种子胚乳中蛋白酶活性。种子萌发第2天、第3天及第4天时,M4和M5处理下蛋白酶活性均显著高于其它3个处理,并且随着硅用量的增加,蛋白酶活性有增加的趋势,在M5处理下达到最大值,M4和M5处理间差异不显著。

盐碱土条件下,种子萌发第2天、第3天、第4天的变化规律为:M3、M4和M5处理下蛋白酶活性显著高于M1和M2处理;当硅肥用量达到 $80\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (M3)时,蛋白酶活性随着硅肥用量的增加而有所提高,M5处理下蛋白酶活性最大,M4和M5之间差异不显著(见表2)。

表2 硅对两种土壤条件下糜子萌发种子胚乳中蛋白酶活性的影响

Table 2 Effect of silicon on protease activity in seeds in two types of soil

土壤类型 Soil types	硅肥处理 Silicon treatments	蛋白酶活性/($\text{U}\cdot\text{mg}^{-1}\text{ DM}$) Protease		
		第2天 The 2 nd day	第3天 The 3 rd day	第4天 The 4 th day
淡黑钙土 Light chernozem soil	M1	6.93±0.58 b	10.11±0.92 b	13.26±0.95 b
	M2	6.82±0.36 b	10.36±0.87 b	13.79±0.87 b
	M3	7.13±0.72 b	10.68±0.75 b	13.37±1.08 b
	M4	10.93±0.79 a	16.35±1.17 a	18.83±1.22 a
	M5	11.36±0.93 a	17.19±1.26 a	19.38±1.35 a
盐碱土 Saline-alkali soil	M1	4.76±0.15 c	8.95±0.67 c	11.26±0.91 c
	M2	4.66±0.24 c	8.82±0.61 c	11.79±0.85 c
	M3	5.85±0.33 b	10.68±0.72 b	13.37±1.16 b
	M4	6.97±0.32 a	11.85±0.93 a	15.35±1.10 a
	M5	7.13±0.37 a	12.19±0.85 a	15.96±1.32 a

2.3 硅对两种土壤条件下糜子种子胚乳中脂肪酶活性的影响

淡黑钙土条件下,一定用量的硅肥能显著影响糜子种子脂肪酶活性。种子萌发第2天、第3天和第4天的脂肪酶活性变化规律相同,都表现为M4和M5处理下脂肪酶活性显著大于M1、M2和M3处理。当硅肥用量达到 $120\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (M4)时,脂肪酶活性随着硅肥用量的增加而有所提高,M4和M5两个处理间差异不显著。

盐碱土条件下,种子萌发第2天、第3天和第4天都表现为:当硅肥用量达到 $80\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (M3)

时,脂肪酶活性随着硅肥用量的增加而提高,其中M3处理与M4和M5处理之间差异显著,M4和M5处理之间差异不显著(见表3)。

表3 硅对两种土壤条件下糜子萌发种子胚乳中脂肪酶活性的影响

Table 3 Effect of silicon on lipase activity in seeds in two types of soil

土壤类型 Soil types	硅肥处理 Silicon treatments	脂肪酶活性/($\text{U}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ DM}$) Lipase		
		第2天 The 2 nd day	第3天 The 3 rd day	第4天 The 4 th day
淡黑钙土 Light chernozem soil	M1	3.30±0.08 b	4.30±0.07 b	5.26±0.16 b
	M2	3.22±0.06 b	4.36±0.08 b	5.79±0.15 b
	M3	3.36±0.09 b	4.38±0.12 b	5.37±0.13 b
	M4	4.59±0.07 a	6.35±0.11 a	7.53±0.16 a
	M5	4.82±0.09 a	6.69±0.13 a	7.88±0.18 a
盐碱土 Saline-alkali soil	M1	2.45±0.01 c	3.31±0.06 c	4.26±0.02 c
	M2	2.49±0.03 c	3.36±0.03 c	4.33±0.05 c
	M3	3.26±0.05 b	3.92±0.09 b	5.07±0.03 b
	M4	3.93±0.05 a	4.98±0.08 a	5.89±0.05 a
	M5	4.06±0.07 a	5.19±0.09 a	6.00±0.07 a

3 结论与讨论

植物种子在萌发的最初阶段需要一定的物质和能量,这些物质与能量来自于贮存物质的氧化分解及能量的释放,这些过程需要酶的参与^[18,23],处于萌发过程中的种子内部酶的变化非常明显,糜子种子在萌发过程中依赖分解其胚乳贮存的淀粉酶、蛋白酶和脂肪酶,这些酶的活力能够直接影响种子的萌发速度^[18]。本试验表明,在两种土壤条件下,一定用量的硅肥能显著提高糜子种子萌发代谢物质活性。淡黑钙土条件下,硅肥用量120和 $160\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 处理下,糜子种子胚乳淀粉酶、蛋白酶、脂肪酶活性显著高于其他处理,并且随着硅肥用量的增加3种酶活性有增加的趋势,但这两个浓度处理之间差异不显著。在盐碱土条件下,当硅肥用量达到 $80\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,随着硅肥用量的增加糜子种子胚乳淀粉酶、蛋白酶、脂肪酶活性表现出增加的趋势,120和 $160\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 处理之间差异不显著。本研究与马成仓^[18]、侯玉慧^[24]分别在玉米和黄瓜种子萌发代谢方面的研究结果一致。硅能够显著的提高植物耐抗盐性^[24-25]的原理是:硅通过参与植物体内的代谢或生理过程来降低植物体内钠离子的毒害,进而减轻水分胁迫程度,改善植株体内养分平衡^[25]。

在这两种土壤条件下,能够改变糜子种子萌发所需各个酶活性的硅肥用量的起点剂量有所不同,在无胁迫的淡黑钙土条件下,高剂量的硅肥能够显著提高糜子种子内各酶活性,而存在胁迫的盐碱土条件下,施用中等剂量的硅肥就能显著提高糜子种子内与萌发有关的各种酶活性,在这两种不同类型的土壤条件下,糜子种子发芽阶段硅肥最佳施用量均为 $120 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

参考文献:

- [1] 罗世武,张尚沛,杨军学,等.不同播期对于旱地区糜子生长发育及产量的影响[J].陕西农业科学,2015,61(3):1-3.
- [2] 程炳文.糜子产业发展对策与措施[J].农产品加工,2008(3):12-13.
- [3] 李立宁,马彦昆,刘鹤图,等.吉林省通榆县淡黑钙土土壤水分运行规律的研究[J].吉林农业科学,1989(4):72-76.
- [4] 任成礼,刘郁文.吉林省中低产土壤生产能力分析[J].吉林农业大学学报,1991,13(4):48-52.
- [5] 冯晓光,牟长城,张学曾.白城地区淡黑钙土杨树速生丰产林的研究[J].吉林林业科技,1990,4:7-8.
- [6] 丛建民,陈凤清.吉林西部盐碱化草甸草木犀栽培研究[J].中国农机化学报,2015,36(2):332-337.
- [7] 王志春,杨福,陈渊,等.苏打盐碱胁迫下水稻体内的 Na^+ 、 K^+ 响应[J].生态环境,2008,17(3):1198-1203.
- [8] 张晓光,黄标,梁正伟,等.松嫩平原西部土壤盐碱化特征研究[J].土壤,2013,45(2):332-338.
- [9] 李玉波,许清涛,高战武.脱硫石膏改良盐碱土对燕麦生长的影响研究[J].中国农机化学报,2014,35(2):128-131.
- [10] 范七君,牛英,刘萍,等.外源硅酸钠对砂糖橘抗寒性的影响[J].湖北农业科学,2014,53(20):4874-4878.
- [11] 苏红.硅肥在农业中的应用[J].农业开发与装备,2015(4):135.

- [12] 李清芳,马成仓.土壤有效硅对黄瓜种子萌发和幼苗生长代谢的影响[J].园艺学报,2002,29(5):433-437.
- [13] 姜娟,李金凤,赵斌,等.加强硅肥应用改善土壤肥力促进增产增收——硅肥研究现状及在辽宁的应用前景[J].农业经济,2005(10):54-55.
- [14] 宫海军,陈坤明,王锁民,等.植物硅营养的研究进展[J].西北植物学报,2004(12):2385-2392.
- [15] 余群,张建全,柴琦,等.硅肥对草地早熟禾种子萌发及幼苗生长的影响[J].草业科学,2015,32(1):94-100.
- [16] 甄莉娜,高茹雪,张美艳.盐胁迫对黍子种子萌发的影响[J].北方园艺,2010(10):28-31.
- [17] 李占成,张丽丽,李玮,等.盐胁迫对糜子种子发芽的影响[J].作物杂志,2011(6):122-123.
- [18] 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.
- [19] 田福平,张自和,陈子萱,等.硅对紫花苜蓿早期生长发育的影响[J].草原与草坪,2005(1):34-37.
- [20] 樊哲仁,王晓东,唐琳.硅对盐胁迫下麻疯树种子萌发及幼苗生长的影响[J].中国油料作物学报,2010,32(2):217-221.
- [21] 谢志明.硅对吉林省不同类型土壤玉米生长及生理特性的影响[D].北京:中国科学院,2014.
- [22] 张治安.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业科学技术出版社,2004.
- [23] 周万海,师尚礼,寇江涛.一氧化氮对 NaCl 胁迫下苜蓿种子萌发的影响[J].核农学报 2012,26(4):710-716.
- [24] 侯玉慧,韩晓日,杨家佳,等.硅对盐胁迫下黄瓜种子萌发及幼苗生长的影响[J].中国生态农业学报,2007,15(6):206-207.
- [25] 梁永超,丁瑞兴,刘谦.硅对大麦耐盐性的影响及其机制[J].中国农业科学,1999,32(6):75-83.

Effect of Silicon on Germination Metabolism of Proso Millet Seed Under Different Types of Soil Conditions in Baicheng Area

DIAO Shu-qing¹, XIE Zhi-ming¹, HAN Yue-ming²

(1. College of Life Sciences, Baicheng Normal University, Baicheng, Jilin 137000; 2. Sanchazi Forestry Bureau in Jilin Province, Baishan, Jilin 134702)

Abstract: In order to study the effect of silicon on germination metabolism of proso millet seed, experiments were designed to detect the parameters of amylase, protease and lipase activity of seed Ningmi11, on light chernozem soil and saline-alkali soil in Baicheng area. The results showed that values of amylase, protease and lipase activity in proso millet seeds could be increased significantly by certain doses of silicon fertilizer on light chernozem soil; value of enzyme activity in seed could be affected greatly by application of silicon fertilizer on saline-alkali soil.

Keywords: proso millet; germination metabolism; enzyme activity; silicon fertilizer