

温度和盐分胁迫对野生大豆种子萌发的影响

张秀玲

(德州学院 生物系/山东省高校生物技术与生物资源利用重点实验室, 山东 德州 253023)

摘要:研究了不同 NaCl 浓度(0, 25, 50, 100, 200 mmol·L⁻¹)、温度(10/15℃、15/20℃、20/25℃、25/30℃)对野生大豆种子萌发的影响。结果表明:野生大豆种子在蒸馏水中温度周期为 10/15℃、15/20℃、20/25℃、25/30℃ 时种子萌发率均达到 96% 以上,最适的萌发温度周期为 25/30℃,此时种子萌发迅速,且发芽率、发芽指数及活力指数均最高;温度一定时,适当的盐浓度会促进种子萌发;随着盐浓度的增加,幼苗生长量呈现下降的趋势。

关键词:野生大豆;温度;NaCl 胁迫;种子萌发

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2014)01-0195-04

Effects of Salinity and Temperature on Seed Germination and Seedling Growth of *Glycine Soja*

ZHANG Xiu-ling

(Department of Biology of Dezhou University/Key University Laboratory of Biotechnology and Utilization of Bio-resource of Shandong, Dezhou 253023, China)

Abstract: Seed germination and embryo growth of *Glycine soja* were studied under five levels of salinity (0, 25, 50, 100, 200 mmol·L⁻¹) stress and four temperature regimes (10/15℃, 15/20℃, 20/25℃, 25/30℃). The germination rate of *Glycine soja* seeds could reach above 96% in a wide range of thermoperiod treatments of 10/15℃, 15/20℃, 20/25℃, 25/30℃, the optimal temperature for germination was 25/30℃ in distilled water. The seed of *Glycine soja* were adapted well to high temperature and germinated rapidly at 25/30℃. Its germination percentage, germination index and vigor index were increased with the temperature rose. At certain temperature, appropriate salinity could promote seed germination, with the increase of NaCl concentration, seeding growth decreased.

Key words: *Glycine soja*; Temperature; Salt stress; Seed germination

随着生态环境的不断恶化,土壤盐渍化和次生盐渍化已成为当前一个全球性的环境问题。我国现有盐渍土 3 460 万 hm²[1],广泛分布于西北、华北、东北及沿海地区,改造治理及合理开发利用这些资源,对于维护农业可持续发展具有重要意义。

野生大豆具有耐盐碱、抗寒、抗病等特点,对于研究大豆遗传基因的变迁、改善大豆品质、提高大豆产量具有重要作用[2]。通过与野生大豆杂交育种,可以达到提高栽培大豆抗性、改良品质等目的。种子萌发和幼苗生长阶段是一个植物种群能否在盐渍环境下定植的关键时期,盐分和温度对种子萌发时间具有重要影响[3-4]。目前,关于温度或盐分单一因子胁迫对野生大豆种子萌发的影响已有研究[5-6],而有关二者复合处理对野生大豆种子萌发影响研究较少。为此,研究了不同浓度的 NaCl 和温度及其互作对野生大豆种子萌发和幼苗生长的影响,旨在明确野生大豆种子萌发和幼苗生长在不同温度下的耐盐阈值,为筛选和培育耐盐品种及盐碱

地改良提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2011 年 10 月中旬在德州市南郊采集成熟的野生大豆种子,4℃ 冰箱保存。采用培养皿滤纸法进行萌发试验。试验前种子用 0.1% 的 KMnO₄ 溶液消毒,清水冲洗,然后浸泡 2 h。将种子置于铺 2 层滤纸的培养皿(直径 12 cm)中,每皿 50 粒种子,分别加入 6 mL 不同浓度的 NaCl 溶液(0, 25, 50, 100, 200 mmol·L⁻¹),每个处理均设 3 个重复,蒸馏水处理作为对照(CK)。各处理的培养皿放入 MGC-300H 型微电脑控制人工气候箱培养。设黑暗/光照温度分别为 10/15℃、15/20℃、20/25℃、25/30℃ 4 个处理,12 h 光暗交替,光照强度为 56 μmol·m⁻²·s⁻¹,相对湿度控制在 70%~80%。

1.2 测定项目与方法

试验期间每天统计发芽数,每天更换处理液以

收稿日期:2013-06-22

基金项目:山东省自然科学基金(Y2008D36);德州科研发展计划(2012B03, 2012B02)。

作者简介:张秀玲(1966-),女,教授,主要从事植物生态与资源植物学研究。E-mail:dzxy_zxl@163.com。

保持浓度不变,并及时定量补充水分,第8天测定胚根、胚轴的长度,并称幼苗的鲜重以计算活力指数^[7]。

发芽率(%) = (发芽种子数/处理种子数) × 100;

相对盐害率(%) = (对照发芽数 - 处理发芽数)/对照发芽率 × 100;

发芽指数(GI) = $\sum (Gt/Dt)$,其中 Gt 为发芽数、Dt 为相应的发芽天数;

活力指数(VI) = GI × S,其中 S 为平均鲜重;

发芽势(%) = 前3天发芽种子数/供试种子数 × 100。

1.3 数据分析

采用 Excel 2003 和 SPSS 13.0 对数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 温度对野生大豆种子萌发的影响

2.1.1 种子发芽进程及速度 由图1可知,4个温周期下,种子发芽速度表现出先升高后降低的趋势,在15/20℃、20/25℃、25/30℃温度周期下,种子在第2天表现出发芽高峰;在10/15℃条件下,发芽高峰出现在第4天,表明升高温度能促进野生大豆初始萌发时间提前。

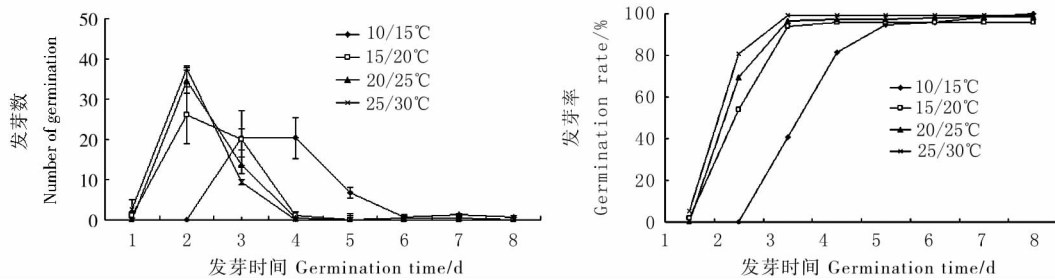


图1 温周期对野生大豆种子发芽日进程和发芽率的影响

Fig. 1 Effect of thermoperiod on the number and germination rate of seed germination of *Glycine soja*

2.1.2 种子发芽率、发芽指数和活力指数 由表1可以看出,在4个温周期下,蒸馏水条件下野生大豆种子发芽率均超过96%,且差异不显著。在10/15℃温周期下,发芽指数和活力指数均为最低。随

着温度升高,种子的发芽指数、活力指数呈现上升趋势,在温变周期25/30℃下,达到最高值,显著高于10/15℃和15/20℃处理。由此可见,较高的温度适宜野生大豆种子的萌发。

表1 温度对野生大豆种子发芽率、发芽指数和活力指数的影响

Table 1 Effect of temperature on seed germination rate, germination index and vigor index of *Glycine soja*

温度 Temperature/℃	发芽率 Germination rate/%	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index
10/15	100.00 ± 0 a	13.58 ± 0.60 c	7.28 ± 0.22 c
15/20	96.00 ± 2.0 a	20.92 ± 1.29 b	23.43 ± 2.74 b
20/25	98.67 ± 1.15 a	20.08 ± 0.68 b	30.71 ± 3.13 a
25/30	99.33 ± 1.15 a	24.61 ± 1.25 a	31.14 ± 3.49 a

2.2 温度和盐胁迫对野生大豆种子萌发的影响

从表2可以看出,4个温周期下,随着盐浓度的升高,鲜重、胚根和胚轴长度呈下降趋势。除10/15℃,其他3个温周期下,随着盐浓度升高,发芽率均呈先升高后降低趋势,且25, 50, 100 mmol · L⁻¹

NaCl 溶液处理发芽率均高于对照。在20/25℃温周期下,发芽势、发芽指数、活力指数呈现先上升后下降的趋势,说明适当盐分可促进种子萌发。4个温周期下,200 mmol · L⁻¹ NaCl 溶液处理发芽率均最低,说明高浓度的盐分抑制种子萌发。

表 2 盐和温度对野生大豆种子萌发影响

Table 2 Effect of salts stress and temperature on seed germination of *Glycine soja*

温度 Temperature/°C	NaCl /mmol·L ⁻¹	发芽率 Germination rate/%	发芽势 Germination energy/%	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index	鲜重 Fresh weight/g	胚根长 Length of radical/mm	胚轴长 Length of hypocotyls/mm
10/15	0	100.00	40.67	13.58	7.27	0.54	18.57	5.31
	25	100.00	32.00	13.32	6.30	0.47	8.80	4.55
	50	97.33	25.33	12.44	5.87	0.47	6.87	5.10
	100	96.67	4.00	10.04	4.19	0.42	4.50	3.94
	200	56.67	0	4.50	1.77	0.39	6.00	0
15/20	0	96.00	94.00	20.92	23.38	1.12	59.50	55.00
	25	97.33	89.33	21.10	20.11	0.95	27.93	41.33
	50	99.33	95.33	21.63	14.91	0.69	10.67	24.53
	100	98.67	82.00	17.21	9.96	0.58	7.60	11.50
	200	86.00	24.67	10.28	4.34	0.42	4.33	4.23
20/25	0	98.67	96.67	20.15	28.03	1.39	82.30	54.23
	25	100.00	98.67	22.68	30.09	1.33	46.87	50.90
	50	99.33	92.00	22.01	22.23	1.01	9.83	30.90
	100	100.00	93.33	21.30	16.19	0.76	6.63	15.31
	200	74.67	40.67	10.57	4.23	0.40	5.16	2.07
25/30	0	99.33	99.33	24.61	31.08	1.26	125.50	52.27
	25	99.33	97.33	24.27	26.64	1.10	77.03	51.20
	50	100.00	96.00	24.11	18.66	0.77	32.37	40.97
	100	99.33	89.33	20.99	15.12	0.72	8.70	13.65
	200	45.33	18.00	6.14	2.47	0.40	4.97	2.89

从图 2 看出,在 10/15°C 温度周期下,除 200 mmol·L⁻¹NaCl 胁迫下的种子在第 5 天开始萌发外,其他 NaCl 处理种子在第 3 天开始萌发。在 25/30°C 条件下,200 mmol·L⁻¹NaCl 胁迫下,种子在第 2

天开始萌发,其他 NaCl 处理的种子在第 1 天即开始萌发。可见高温可以使种子萌发提前,高浓度盐分则推迟野生大豆种子的初始萌发时间。

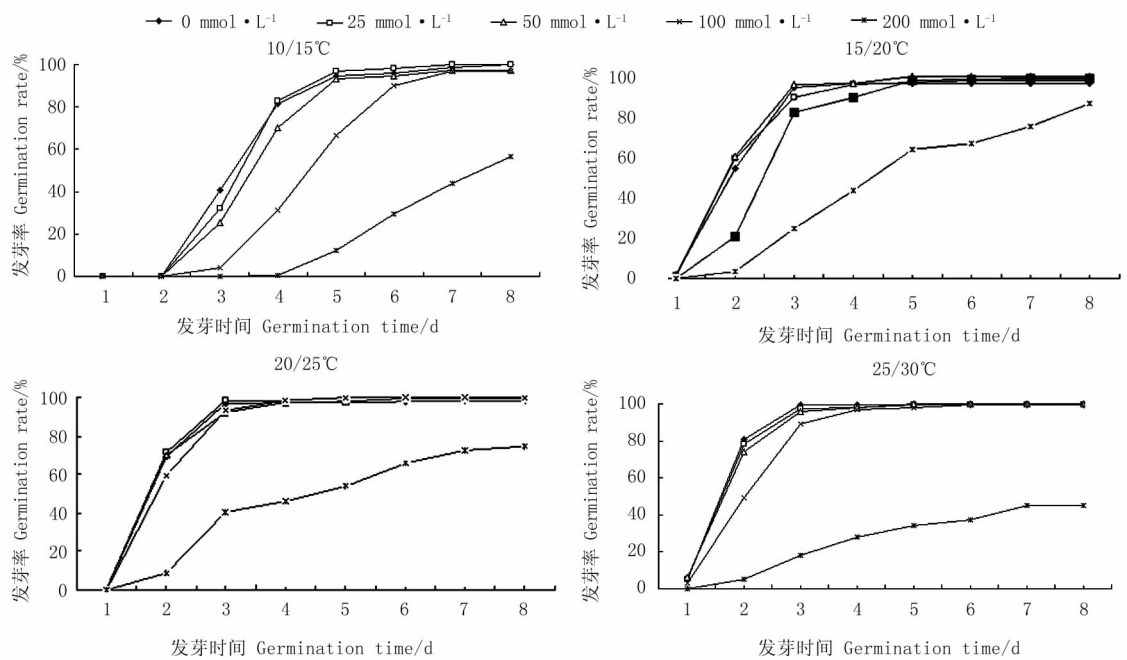


图 2 盐分和温度对野生大豆萌发的影响

Fig. 2 Effects of salinity and temperature on seed germination of *Glycine soja*

3 结论与讨论

温度是调节植物种子萌发的关键因子之一,不同植物对温度的要求不同存在差异。一定范围内,温度升高,萌发速度加快,但温度过高会使酶活性受抑制^[8]。野生大豆种子萌发的适宜温周期较宽,在10~30℃范围内都萌发,最终萌发率达96%以上,随温度的升高野生大豆萌发速率加快,高温促进萌发。低温降低了萌发速率并没有抑制萌发。本试验表明,蒸馏水处理25/30℃条件下,野生大豆种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数均最高。说明蒸馏水中野生大豆种子萌发最适宜的温度是25~30℃。

与植物生长相比,种子萌发更容易受到盐的伤害,多数研究认为,盐胁迫明显抑制种子萌发,表现在降低种子的萌发率,推迟种子的初始萌发时间、延长种子的萌发时间等^[9]。在低浓度盐胁迫下,萝卜、番茄种子的发芽率均高于对照,进一步增加盐分的浓度,种子的发芽率会降低^[10-11]。本试验表明,适当低浓度NaCl对野生大豆种子的萌发有促进作用,但随着盐浓度的升高,发芽率开始下降^[12-14]。

盐分影响种子萌发的主要原因是渗透胁迫和特殊离子毒害。如果种子经盐分处理后能恢复萌发则认为萌发是受渗透胁迫而不是特殊离子效应^[15]。NaCl对棉花种子萌发的伤害表现为渗透胁迫、离子毒害、抑制淀粉酶活性^[16]。也有研究认为高浓度盐胁迫造成棉籽发芽率低的原因主要是由于渗透胁迫而非离子毒害作用^[17]。盐胁迫对大麦吸胀萌发的伤害是离子毒害所致,盐胁迫会破坏细胞膜,细胞膜透性增大导致溶液外渗,种子萌发受阻^[18]。本试验中,将在200 mmol·L⁻¹ NaCl胁迫下不能萌发的种子,移到蒸馏水中也不能萌发,说明野生大豆受到盐分胁迫主要是由于离子毒害而不是渗透效应。

盐胁迫下的发芽率与温度高低也有一定的关系,温度和盐分对种子的萌发、休眠及幼苗形成均有重要作用^[19]。本研究表明,温度显著影响野生大豆种子的发芽指标,在15/20℃、20/25℃、25/30℃3个温度周期下,25,50,100 mmol·L⁻¹ NaCl溶液处理发芽率均高于对照发芽率。说明一定温度下,适当的盐分可以促进种子的萌发。这可能是因为低浓度的盐溶液刺激种子打破休眠,而使得种子的最终萌发率略有增加^[20],并且低浓度盐可促进细胞膜的渗透调节^[21],使得细胞从外界逆境中吸水能力增强,有利于对抗外界不良环境。

参考文献

- [1] 刘宏,刘剑钊,闫孝贡,等. 盐碱土改良与利用技术研究进展[J]. 吉林农业科学,2012,37(2):20-23. (Liu H, Liu J Z, Yan X G, et al. Progress of researches on technology of saline soil improvement and utilization [J]. Journal of Jilin Agricultural Sciences, 2012, 37(2): 20-23.)
- [2] Shimamoto Y, Fukushi H, Abe J, et al. RFLPs of chloroplast and mitochondrial DNA in wild soybean, *Glycine soja*, growing in China [J]. Genetic Resources and Crop Evolution, 1998, 45(5): 433-439.
- [3] Hong T D, Ellis R H, Astley D, et al. Survival and vigour of ultra-dry seeds after ten years of hermetic storage [J]. Seed Science and Technology, 2005, 33(2): 449-460.
- [4] Tlig T, Gorai M, Neffati M. Germination responses of *Diploaxis harra* to temperature and salinity [J]. Flora, 2008, 203: 421-428.
- [5] 张秀玲,李瑞利,石福臣. 盐胁迫对野大豆种子萌发特性的影响[J]. 种子,2007,26(8):21-23,26. (Zhang X L, Li R L, Shi F C. Effect of salt stress on seed germination characteristics of *Glycine soja* [J]. Seed, 2007, 26(8): 21-23, 26.)
- [6] 贾振伟,赵志强. 温度对野生大豆种子萌发的影响[J]. 内蒙古民族大学学报(自然科学版),2006,21(4):408-410. (Jia Z W, Zhao Z Q. Effect of temperature on germination of wild soybean [J]. Journal of Inner Mongolia University for Nationalities (Natural Science), 2006, 21(4): 408-410.)
- [7] 任艳萍,古松,江苏,等. 温度、光照和盐分对外来植物黄顶菌种子萌发的影响[J]. 云南植物研究,2008,30(4):447-484. (Ren Y F, Gu S, Jiang S, et al. Influence of light, temperature and salinity on seed germination of *flaveria bidentis* (composite), a new exotic plant [J]. Acta Botanica Yunnanica, 2008, 30(4): 447-484.)
- [8] 廉彭彭,周桂玲. NaCl胁迫对疣苞滨藜种子萌发和早期幼苗生长的影响[J]. 西北植物学报,2008,28(12):2461-2466. (Lian P P, Zhou G L. Germination and seeding growth of *atriplex verrucifera* Bieb. under NaCl stress [J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2008, 28(12): 2461-2466.)
- [9] 段德玉,刘小京,冯凤莲,等. 盐分和水分胁迫对盐生植物灰绿藜种子萌发的影响[J]. 植物资源与环境学报,2004,13(1):7-11. (Duan D Y, Liu X J, Feng F L, et al. Effects of salt and water stress on seed germination of halophyte *Chenopodium glaucum* L. [J]. Journal of Plant Resources and Environment, 2004, 13(1): 7-11.)
- [10] 陈火英,张建华,陈云鹏,等. 盐胁迫对不同萝卜种子发芽特性的影响[J]. 江西科学,1999,17(2):96-99. (Chen H Y, Zhang J H, Chen Y P, et al. Effects of NaCl stress on germination characteristics of radish (*Raphanus sativus* L.) cultivars [J]. Jiangxi Science, 1999, 17(2): 96-99.)
- [11] 轩正英,王静. NaCl胁迫对番茄种子发芽特性的影响[J]. 北方园艺,2009(1):71-73. (Xuan Z Y, Wang J. Effect of NaCl stress on germination characteristics of tomato cultivars [J]. Northern Horticulture, 2009(1): 71-73.)
- [12] 高美玲,袁成志,赵丽娟,等. NaCl胁迫对两个甜瓜品种种子萌发的影响[J]. 北方园艺,2008(8):15-17. (Gao M L, Yuan C Z, Zhao L J, et al. Effect of salt stress on germination in two melon cultivars [J]. Northern Horticulture, 2008(8): 15-17.)

(下转第202页)

3 讨论

本研究在不同基因型大豆的叶片、茎秆、根、根瘤和荚皮中均检测到谷氨酸合酶活性。同时发现各营养器官间 NADH-GOGAT 活性差异较小。NADH-GOGAT 活力高峰期与种子氮素积累的最活跃时期相一致,因此 GOGAT 活性高低可说明氮代谢及蛋白质合成能力的强弱^[9]。高蛋白品种最高 NADH-GOGAT 活性的出现早于高油品种,这可能是由于高蛋白含量大豆籽粒对氮素有更高的需求。叶片 NADH-GOGAT 活性野生大豆和半野生大豆峰值出现得比栽培大豆早,这可能是由于野生大豆和半野生大豆的生育期较栽培大豆长,导致叶片 NADH-GOGAT 活性峰值出现的时间不同。叶片中 NADH-GOGAT 的活性除 R5 期外,其他各时期的活性均与籽粒蛋白质含量达到显著相关水平。这与王小纯等^[5]研究结果不相同,可能是与大豆籽粒蛋白质含量比小麦高有关。R4 期叶片与茎秆中的 NADH-GOGAT 的活性与籽粒蛋白质含量呈极显著正相关,而荚皮中 NADH-GOGAT 的活性 R5 期与籽粒蛋白质含量呈显著正相关。这是由于谷氨酰胺是优先被转运的氨基酸,谷氨酰胺转运进荚皮后,诱导了荚皮中谷氨酸合酶活性的增加,进而在籽粒中合成谷氨酸,进一步形成蛋白质。这种正相关关系表明可以通过提高 R4 期 NADH-GOGAT 的活性来提高籽粒蛋白质含量。

参考文献

- [1] 莫良玉,吴良欢,陶勤南.高等植物 GS/GOGAT 循环研究进展[J].植物营养与肥料学报,2001,7(2):223-231. (Mo L Y, Wu L H, Tao Q N. Research advances on GS/GOGAT cycle in higher plants[J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2001, 7(2):223-231.)
- [2] 李常健.高等植物中氨同化酶及其同工酶研究[J].零陵师范高等专科学校学报,2000,21(3):20-22. (Li C J. Study on ammonium-assimilating enzymes and isozymes in higher plants[J]. Journal of Lingling Teachers' College, 2000, 21(3):20-22.)
- [3] Lea P J, Robinson S A, Stewart G R. The enzymology and metabolism of glutamine, glutamate, and asparagine[M]//Milfin B J, Lea P J. The biochemistry of plants. New York: Academic, 1990: 121-159.
- [4] 郑朝峰.植物的谷氨酸合酶[J].植物生理学通讯,1986(3):5-12. (Zheng C F. Glutamate synthase in plant[J]. Plant Physiology Communications, 1986(3):5-12.)
- [5] Lea P J, Blackwell R D, Joy K W. Ammonia assimilation in higher plants[M]//Meng K, Pilbeam D J. Nitrogen metabolism of plants. New York: Oxford University Press, 1992: 153-186.
- [6] Hecht U, Delmueller R, Schmidt S, et al. Action of light, nitrate and ammonium on the levels of NADH and ferredoxin-dependent Glutamate synthase in the cotyledons of mustard seedlings[J]. Planta, 1988, 175:130-138.
- [7] 刘丽君,孙聪妹,刘艳,等.氮肥对大豆结瘤及叶片氮素积累的影响[J].东北农业大学学报,2005,36(2):133-137. (Liu L J, Sun C S, Liu Y, et al. Effects of nitrogen on nodule-forming and nitrogen concentration in soybean leaves[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2005, 36(2):133-137.)
- [8] 郑朝峰,林振武.谷氨酸合酶活力的快速测定[J].植物生理学通讯,1985(4):43-46. (Zheng C F, Lin Z W. Rapid determination of glutamate synthase[J]. Plant Physiology Communications, 1985(4):43-46.)
- [9] 师素云,薛启汉,练兴明,等.玉米与大豆氮代谢关键酶活性比较[J].江苏农业学报,2000,16(3):191-192. (Shi S Y, Xue Q H, Lian X M, et al. Comparison of activities of key enzymes during N metabolism in maize and soybean[J]. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences, 2000, 16(3):191-192.)
- [10] 王小纯,熊淑萍,马新明,等.不同形态氮素对专用型小麦花后氮代谢关键酶活性及籽粒蛋白质含量的影响[J].生态学报,2005,25(4):802-807. (Wang X C, Xiong S P, Ma X M, et al. Effects of different nitrogen forms on key enzyme activity involved in nitrogen metabolism and grain protein content in speciality wheat cultivars[J]. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(4):802-807.)
- (上接第 198 页)
- [13] 何欢乐,蔡润,潘俊松,等.盐胁迫对黄瓜种子萌发特性的影响[J].上海交通大学学报(农业科学版),2005,23(2):149-152, 162. (He H L, Cai R, Pan J S, et al. Effect of NaCl stress on germination characteristics of cucumber[J]. Journal of Shanghai JiaoTong University (Agriculture Science), 2005, 23(2):149-152, 162.)
- [14] 陈年来,马国军,张玉鑫,等.甜瓜种子萌发和幼苗生长对 NaCl 胁迫的响应[J].中国沙漠,2006,26(5):814-819. (Chen N L, Ma G J, Zhang Y X, et al. Responses of seed germination and seedling growth of muskmelon to NaCl stress[J]. Journal of Desert Research, 2006, 26(5):814-819.)
- [15] Ajmal K, Darrell J W. Ecophysiology of high salinity tolerant plant [M]. America: Springer, 2006: 1-9.
- [16] Ungar I A. Influence of salinity on seed germination in succulent halophytes[J]. Ecology, 1973, 43(4):761-763.
- [17] 常萌蕾,余素芹.特效植物营养素对芥菜型油菜的增产效果及表观遗传效应[J].广东农业科学,2008(10):14-17, 20. (Chang M L, Yu S Q. Yield increasing effect and epigenetic effect of SPNE on *Brassica juncea* Czern. et Coss[J]. Guangdong Agricultural Science, 2008(10):14-17, 20.)
- [18] 闫先喜,马小杰,邢树平,等.盐胁迫对大麦种子细胞膜透性的影响[J].植物学报,1995,12(增刊):53-54. (Yan X X, Ma X J, Xing S P, et al. Effect of salt stress on the membrane permeability of barley seeds[J]. Chinese Bulletin of Botany, 1995, 12(S):53-54.)
- [19] Benec A R L, Sanchez R A, Forcella F. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil[J]. Field Crops Research, 2000, 67:105-122.
- [20] 孙小芳,郑青松,刘友良,等. NaCl 胁迫对棉花种子萌发和幼苗生长的伤害[J].植物资源与环境学报,2000,27(9):22-25. (Sun X F, Zheng Q S, Liu Y L, et al. Salinity injury to germination and growth of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) at emergence and seedling growth[J]. Journal of Plant Resources and Environment, 2000, 27(9):22-25.)
- [21] 谢德意,王惠萍,王付欣,等.盐胁迫对棉花种子萌发及幼苗生长的影响[J].种子,2000(3):10-12. (Xie D Y, Wang H P, Wang F X, et al. Effects of cotton seeds germination and seedling growth under salt stress[J]. Seed, 2000(3):10-12.)