

盐胁迫对 3 大类型油菜种子萌发及幼苗生长的影响

黄 镇¹, 杨瑞阁¹, 徐爱遐¹, 李建宏², 鲁瑞文², 罗 鹏³

(1 西北农林科技大学 农学院, 陕西 杨凌 712100; 2 靖边县农业局, 陕西 靖边 718500; 3 武汉金丰收种业有限公司, 湖北 武汉 430070)

【摘 要】 【目的】了解白菜型、甘蓝型和芥菜型油菜的耐盐性, 为油菜耐盐性育种提供参考。【方法】分别用 5 种质量浓度(0.75, 1.7, 2.7, 3.7, 5.0 g/L)的 NaCl 溶液, 对上述 3 大类型油菜的 30 份种子材料(每个类型 10 份)处理后进行发芽比较试验。应用砂培法培养经过 3.7 g/L NaCl 溶液处理的 3 大类型油菜幼苗, 观测盐胁迫对幼苗生长的影响。【结果】种子发芽率随着 NaCl 质量浓度的升高而降低, 白菜型油菜的种子萌发率最高, 甘蓝型油菜次之, 芥菜型油菜最差。甘蓝型油菜的苗长、根长、鲜质量、叶绿素含量均大于白菜型和芥菜型油菜, 但是在苗长、鲜质量、叶绿素含量上甘蓝型油菜受盐胁迫程度最大, 其耐盐性较白菜型油菜和芥菜型油菜差。比较发现, 1021、821、X6-W94 分别在白菜型油菜、甘蓝型油菜、芥菜型油菜中耐盐性最好。【结论】白菜型油菜 1021、甘蓝型油菜 821 和芥菜型油菜 X6-W94 是耐盐性较好的材料, 可用于油菜的耐盐性育种及耐盐分子机理研究。

【关键词】 油菜; 盐胁迫; 种子萌发; 幼苗生长

【中图分类号】 S565.403.4

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2010)07-0049-05

Effects of saline stress on seed germination and seedlings properties of three types' rapeseeds

HUANG Zhen¹, YANG Rui-ge¹, XU Ai-xia¹, LI Jian-hong², LU Rui-wen², LUO Peng³

(1 College of Agronomy, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Jingbian County Bureau of Agriculture, Jingbian, Shaanxi 718500, China; 3 Wuhan Golden Harvest Seed Co. Ltd., Wuhan, Hubei 430070, China)

Abstract: 【Objective】 The study was conducted to understand the salt tolerance of *Brassica rapa*, *Brassica napus* and *Brassica juncea*, which will provide a reference for the rape salt tolerance breeding. 【Method】 Thirty cultivars belonging to three varieties of rapeseeds (10 copies of each type) were treated with 5 concentrations (0.75, 1.7, 2.7, 3.7, 5 g/L) of NaCl in seed germinating. The seedlings treated with 3.7 g/L NaCl were cultivated in sand culture, and the effects of saline stress on seedlings properties were observed. 【Result】 The germination rate of seeds decreased with increasing concentration of NaCl. The seed germination rate of *Brassica rapa* was the best, followed by *Brassica napus*, *Brassica juncea* was the worst. *B. napus* was better in growth than *B. rapa* and *B. juncea* in the seedling length, root length, fresh weight, and chlorophyll content, but the effects of saline stress of *B. napus* were the greatest on the seedling length, fresh weight, and chlorophyll content. Its salt tolerance was worse than *B. rapa* and *B. juncea*. 1021, 821 and X6-W94 had the best salt tolerance in *B. rapa*, *B. napus* and *B. juncea*, respectively through comparison. 【Conclusion】 The material 1021 belonging to *B. rapa*, the material 821 from *B. napus* and the *B. juncea* material X6-W94 are better salt tolerance materials, which could be used in the salt tolerance

* [收稿日期] 2009-12-29

[基金项目] 西北农林科技大学唐仲英育种基金项目(A212020905, A212020523); 陕西省自然科学基金项目(2009JQ3003); 西北农林科技大学教育专项(z111020901); 国家“863”项目(2009AA101105)

[作者简介] 黄 镇(1981—), 男, 湖北武汉人, 讲师, 博士, 主要从事油菜遗传育种及分子生物学研究。

E-mail: huang_zhen_8@163.com

[通信作者] 徐爱遐(1964—), 女, 陕西三原人, 副教授, 博士, 主要从事油菜遗传育种研究。E-mail: xuaixia64@yahoo.com.cn

breeding and molecular mechanism.

Key words: rapeseed; saline stress; seed germination; seedling growth

日益严重的土壤盐碱化是当今世界面临的危机之一。目前,全世界的盐碱土约为 10 亿 hm²,占世界陆地面积的 7.6%^[1-2],我国大约有 0.27 亿 hm² 盐碱土,占耕地面积的 10%,主要分布于我国北方地区^[3-5]。盐碱土可引起植物生理干旱,影响植物正常的营养吸收,阻碍其正常生长,严重影响农业生产和生态环境。开发利用盐碱土资源和发展盐水灌溉农业,是我国西部农业发展的重大课题。

油菜在西北地区种植面积大,仅陕西省就有 19 万 hm²^[6],而且栽培历史悠久,技术比较精细,但对油菜的生理生态研究却相对薄弱,而对盐逆境下油菜的生理生态研究则更少。深入了解油菜的耐盐机

理,可丰富油菜的生理生态研究,为油菜盐水灌溉和盐碱地生产模式的建立提供理论参考。本研究用不同浓度的盐溶液处理 3 大类型油菜的不同材料,观察其发芽及幼苗的生长情况,比较各类型油菜的耐盐性,以期为油菜耐盐育种和盐渍土油菜的丰产栽培奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材 料

试验选用 3 大类型油菜共 30 份材料(表 1),其中白菜型油菜、甘蓝型油菜和芥菜型油菜各 10 份,这些材料均为 2008 年正常成熟的种子。

表 1 供试 3 大类型油菜的材料及其来源

Table 1 Three tested types of rapeseeds materials and their sources

白菜型油菜 <i>B. rapa</i>		甘蓝型油菜 <i>B. napus</i>		芥菜型油菜 <i>B. juncea</i>	
材料 Material	来源 Source	材料 Material	来源 Source	材料 Material	来源 Source
1017	甘肃 Gansu	秦优 7 号 Qinyou 7	陕西大荔 Dali, Shaanxi	1127	陕西靖边 Jingbian, Shaanxi
1021	陕南宁强 Ningqiang, Shaanxi	秦研 211 Qinyan 211	陕西杨凌 Yangling, Shaanxi	1080	陕西靖边 Jingbian, Shaanxi
1024	陕西铜川 Tongchuan, Shaanxi	785	陕西杨凌 Yangling, Shaanxi	1094	山西 Shanxi
1025	陕西耀县 Yaoxian, Shaanxi	790	陕西杨凌 Yangling, Shaanxi	1106	陕北吴起 Wuqi, Shaanxi
1028	陕西泾阳 Jingyang, Shaanxi	821	陕西杨凌 Yangling, Shaanxi	1977	陕西关中 Guanzhong, Shaanxi
1029	陕西旬阳 Xunyang, Shaanxi	867	陕西关中 Guanzhong, Shaanxi	W220	印度 India
1030	陕西旬阳 Xunyang, Shaanxi	869	陕西杨凌 Yangling, Shaanxi	X6-G122	西藏 Tibet
1031	陕西旬阳 Xunyang, Shaanxi	883	陕西杨凌 Yangling, Shaanxi	X6-W94	贵州 Guizhou
1042	陕西华县 Huaxian, Shaanxi	899	陕西关中 Guanzhong, Shaanxi	X6-W96	贵州 Guizhou
1043	陕西华县 Huaxian, Shaanxi	922	陕西临潼 Lintong, Shaanxi	1924	陕西关中 Guanzhong, Shaanxi

1.2 方 法

1.2.1 NaCl 溶液的配制 以霍格兰营养液(Hoagland Solution, 1950)为母液,分别配制质量浓度为 0(对照, CK), 0.75, 1.7, 2.7, 3.7, 5.0 g/L 的 NaCl 溶液。

1.2.2 试验处理 选取饱满健康的油菜种子,置于铺有滤纸的一次性塑料碗内,每碗 50 粒,分别加入不同质量浓度的 NaCl 溶液至浸没种子为止,在温度为 20℃左右的条件下培养,每天加入等量的霍格兰营养液,并于第 2 天开始记录发芽种子数(以芽长为种子长一半为发芽标准),计算种子的相对发芽率^[7]:相对发芽率=盐处理后发芽种子数/对照发芽

种子数×100%。

在 NaCl 溶液处理后的第 5 天终止发芽试验。根据种子的发芽情况,选择发芽率在 60%以上的 NaCl 处理组,将其幼苗应用砂培法培养,每钵 10 株苗,每个材料 3 次重复,每天观察幼苗长势,每隔 1 d 加等量的霍格兰营养液,培养 15 d。

根据发芽阶段的数据,计算各 NaCl 质量浓度下种子的发芽率。幼苗移栽 15 d 后测定各处理的苗长、根长、鲜质量、叶绿素含量(丙酮法提取,722N 分光光度计测定,叶绿素含量(mg/L)=652 nm 吸光值×1 000/34.5^[8-9])。NaCl 影响程度用胁迫程度来表示:胁迫程度=(1-处理值/对照)×100%。

采用 SAS 8.0 对统计数据进行方差分析及 LSD 分析。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对 3 大类型油菜种子萌发的影响

用不同质量浓度(0(CK),0.75,1.7,2.7,3.7,5.0 g/L)的 NaCl 溶液对 3 大类型油菜的 30 个材料进行处理,其相对发芽率见表 2。由表 2 可以看出,3 大类型油菜种子的相对发芽率随着 NaCl 质量浓度的升高而降低;在同一 NaCl 质量浓度下,白菜型油菜的相对发芽率最高,甘蓝型油菜次之,芥菜型油菜最低;在低质量浓度(0.75~1.7 g/L)时,NaCl 溶液对白菜型油菜和甘蓝型油菜相对发芽率的影响不大,其发芽率接近或者高于对照,说明适当质量浓度的 NaCl 可以促进种子的萌发;但低质量浓度的

NaCl 对芥菜型油菜种子的萌发有一定的影响,当 NaCl 质量浓度为 1.7 g/L 时,其相对发芽率较对照下降 13.72%。当 NaCl 质量溶度达 2.7 g/L 时,3 大类型油菜种子的相对发芽率降低幅度较大,其中芥菜型油菜的相对发芽率降低为 71.21%;在 NaCl 质量浓度为3.7 g/L 时,芥菜型油菜、甘蓝型油菜的相对发芽率分别降低为 62.37%和 75.30%;当 NaCl 质量浓度为 5 g/L 时,甘蓝型油菜与芥菜型油菜的相对发芽率均低于 50%,但白菜型油菜种子的相对发芽率仍然在 70%以上,这说明高质量浓度的 NaCl 溶液对 3 大类型的油菜种子的发芽率产生了较大的影响,但白菜型油菜所受的影响要小于甘蓝型油菜和芥菜型油菜。为了保证试验所需的油菜幼苗数量,本研究选择 3.7 g/L 的 NaCl 质量浓度作为油菜幼苗生长的处理盐浓度。

表 2 不同质量浓度 NaCl 溶液对 3 大类型油菜种子相对发芽率的影响

Table 2 Effect of different concentrations of saline solution on relative seed germination of three types' rapeseeds %					
类型 Type	NaCl 质量浓度/(g · L ⁻¹) Concentration				
	0.75	1.7	2.7	3.7	5.0
白菜型油菜 <i>B. rapa</i>	99.60 a	100.40 a	89.13 a	87.93 a	76.66 a
甘蓝型油菜 <i>B. napus</i>	99.40 a	96.57 a	84.67 b	75.30 b	44.56 b
芥菜型油菜 <i>B. juncea</i>	91.90 b	86.28 b	71.21 c	62.37 c	38.67 c

注:数据为 10 份材料的平均值;同列数据后标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。
Note:Data in the table are the average of the 10 materials;Different lowercases in a row mean significant differences at 0.05 level ($P<0.05$).

2.2 盐胁迫对 3 大类型油菜幼苗生长的影响

由表 3 可以看出,在 3.7 g/L NaCl 胁迫下,3 大类型油菜的苗长、根长、鲜质量、叶绿素含量均受到不同程度的抑制。在上述 4 个性状方面,甘蓝型油菜的表现要优于白菜型油菜和芥菜型油菜,对于苗长与鲜质量,甘蓝型油菜与其他 2 种油菜之间的差

异达到显著水平($P<0.05$),在苗长性状上白菜型油菜的表现优于芥菜型油菜,其差异达到显著水平($P<0.05$),但在鲜质量上二者无显著差异。对于根长与叶绿素含量,甘蓝型油菜和芥菜型油菜要优于白菜型油菜,差异达到显著水平($P<0.05$),但是甘蓝型油菜和芥菜型油菜之间无显著差异。

表 3 盐胁迫对 3 大类型油菜幼苗生长的影响

Table 3 Effect of saline stress on seedling of three types' rapeseeds							
性状 Character	NaCl/ (g · L ⁻¹)	白菜型油菜 <i>B. rapa</i>		甘蓝型油菜 <i>B. napus</i>		芥菜型油菜 <i>B. juncea</i>	
		测定值 Value	胁迫程度/% Stress degree	测定值 Value	胁迫程度/% Stress degree	测定值 Value	胁迫程度/% Stress degree
苗长/cm Seedling length	0	7.34		11.75		6.02	
	3.7	4.84 b	34.06	6.98 a	40.62	3.80 c	36.87
根长/cm Root length	0	2.75		3.62		2.86	
	3.7	2.06 b	25.19	3.01 a	17.01	2.76 a	3.41
鲜质量/g Fresh weight	0	0.08		0.15		0.06	
	3.7	0.06 b	24.39	0.10 a	31.33	0.05 b	16.67
叶绿素含量/(mg · L ⁻¹) Chlorophyll content	0	5.06		6.52		6.12	
	3.7	5.00 b	1.26	5.93 a	9.09	5.92 a	3.27

注:数据为 10 份材料的平均值;同行数据后标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。
Note:Data in the table are the average of the 10 materials;Different lowercases in a column mean significant differences at 0.05 level ($P<0.05$).

在苗长、鲜质量、叶绿素含量上,甘蓝型油菜所受的胁迫程度最高,表明其耐盐性低于白菜型油菜和芥菜型油菜。白菜型油菜在苗长、根长、鲜质量 3 个性状上所受的胁迫程度也较大,但其叶绿素含量

并未受到影响。相比较而言,芥菜型油菜在以上 4 个性状上受盐胁迫的影响要小于甘蓝型油菜,在根长与鲜质量性状上受盐胁迫的影响小于白菜型油菜。

由表 4 可以看出,在白菜型油菜中,1021 表现

较优,其苗长、鲜质量、叶绿素含量均较高,可知其耐盐性最好;在甘蓝型油菜中,821 的苗长、鲜质量和叶绿素含量优于其他材料,可知 821 的耐盐性较好;在芥菜型油菜中,X6-W94 的 4 个性状明显优于其他材料,可知其耐盐性在芥菜型油菜中最好。

表 4 3 大类型油菜各材料间的耐盐性比较

Table 4 Comparison of salt tolerance within the three types of materials

类型 Type	材料 Material	苗长/cm Seedling length	根长/cm Root length	鲜质量/g Fresh weight	叶绿素含量/(mg·L ⁻¹) Chlorophyll content
白菜型油菜 <i>B. rapa</i>	1042	6.02 a	1.69 d	0.077 b	5.88 b
	1021	5.87 b	1.75 d	0.089 a	6.09 a
	1030	5.47 b	2.05 d	0.061 c	4.52 d
	1024	5.10 c	2.01 d	0.053 c	5.30 c
	1031	4.95 c	2.05 d	0.059 c	4.84 c
	1043	4.47 d	1.90 d	0.055 c	4.90 c
	1017	4.26 e	2.43 a	0.063 c	6.20 a
	1029	4.19 e	2.24 c	0.052 c	3.42 e
	1028	3.82 e	2.31 b	0.058 c	4.87 c
	1025	3.38 e	2.04 d	0.055 c	4.96 c
甘蓝型油菜 <i>B. napus</i>	821	8.86 a	3.41 c	0.130 a	6.23 a
	899	8.83 a	3.53 b	0.120 b	5.39 c
	883	8.47 a	3.68 a	0.100 c	4.09 d
	869	8.22 a	2.89 c	0.130 a	5.33 c
	922	7.07 b	2.78 c	0.087 d	5.65 b
	785	6.48 c	2.87 c	0.076 d	5.48 c
	867	6.37 d	2.74 c	0.100 c	4.64 d
	790	5.53 e	2.80 c	0.073 d	6.46 a
	秦研 211 Qinyan 211	5.33 e	2.90 c	0.097 c	5.97 b
芥菜型油菜 <i>B. juncea</i>	秦优 7 号 Qinyou 7	5.27 e	3.61 a	0.100 c	6.20 a
	W220	4.70 a	2.28 b	0.040 c	6.73 a
	X6-W94	4.53 a	2.91 a	0.061 a	6.64 a
	1080	4.30 b	2.58 b	0.060 a	5.65 b
	X6-G122	4.20 b	2.89 a	0.055 b	5.65 b
	1094	4.10 c	3.16 a	0.065 a	6.58 a
	X6-W96	3.97 c	2.82 a	0.050 b	6.09 b
	1106	3.90 c	2.75 a	0.050 b	5.95 b
	1127	2.96 d	2.91 a	0.054 b	6.35 a
	1924	2.75 d	2.90 a	0.033 d	5.39 c
	1977	2.57 d	2.43 b	0.036 c	4.23 d

注:同列数据后标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercases in a row mean significant differences at 0.05 level ($P<0.05$).

3 讨 论

3.1 油菜种子发芽率的比较

许多试验表明,NaCl 胁迫浓度与种子发芽率呈负相关^[10-13],但近年来也有研究证明,低浓度盐分对作物的发芽、生长具有一定促进作用^[14],这与本研究的结论基本一致,在本研究中白菜型油菜在 NaCl 质量浓度为 1.7 g/L 时,其发芽率高于对照。随着 NaCl 质量浓度的增加,3 大类型油菜的发芽率都受到了不同程度的抑制,其中甘蓝型油菜和白菜型油菜所受的影响要小于芥菜型油菜,分析其原因可能

是由于所采用的芥菜型油菜多为黄籽油菜,籽粒小、种皮薄,容易受到盐溶液的影响。在盐质量浓度较低条件下,3 种油菜发芽率受到的影响均不大,但是随着盐质量浓度的升高,芥菜型油菜所受的影响增大,当盐质量浓度达到 3.7 g/L 时,其发芽率仅为 62.37%,这与孟庆俊等^[15]的研究结果基本一致。为了保证有足够的油菜苗用于试验,本研究选择了 3.7 g/L NaCl 溶液用于胁迫试验,研究其对油菜幼苗生长的影响。

3.2 油菜苗期耐盐性的比较

通过耐盐性的比较发现,虽然甘蓝型油菜的生

长是最好的,但其所受的盐胁迫程度最大,其耐盐性较白菜型油菜与芥菜型油菜差。这可能是因为甘蓝型油菜具有苗期生长较旺、根系发达、叶肉致密等优点,但其本身生长的环境并不是逆境,因此抗逆性较差。而白菜型油菜,尽管发芽率受盐溶液的影响最小,但是苗期的表现并不好,苗长、根长、鲜质量都受到了较大的影响;芥菜型油菜尽管发芽率受抑制的程度最严重,但在根长、叶绿素含量、鲜质量上所受的胁迫程度并不很大,推测其原因,可能是由于芥菜型油菜长期生长在贫瘠的地区,根系发达,具备一定的耐盐能力。

3.3 耐盐材料的应用

本试验研究了 3 大类型油菜耐盐性的差异,为油菜耐盐育种以及耐盐性分子机理研究奠定了基础。根据试验结果,可以在芥菜型油菜中寻找耐盐性材料,开展油菜的耐盐性育种及耐盐分子机理研究。另外,本研究从 3 大类型油菜中,初步筛选出了耐盐性较好的材料,这些材料可应用于耐盐性育种及耐盐分子机理研究中。

[参考文献]

[1] 谢国生,朱伯华,彭旭辉,等. 水稻苗期对不同 pH 值下 NaCl 和 NaHCO₃ 胁迫响应的比较 [J]. 华中农业大学学报,2005,24(2):121-124.
Xie G S,Zhu B H,Peng X H,et al. Comparison of the response of rice seedlings to NaCl and NaHCO₃ stress with different pH value [J]. Journal of Huazhong Agricultural University,2005,24(2):121-124. (in Chinese)

[2] 南丽丽,师尚礼,负旭疆,等. 甘肃药用盐生植物资源利用潜力分析及对策 [J]. 陕西农业科学,2008(2):148-149,172.
Nan L L,Shi S L,Fu X J,et al. Analysis and countermeasures of medicinal use halophytes in Gansu [J]. Journal of Shaanxi Agri Sci,2008(2):148-149,172. (in Chinese)

[3] Chinnusamy V,Jagendorf A,Zhu J K. Understanding and improving salt tolerance in plants [J]. Crop Sci,2005,45:437-448.

[4] Flowers T J. Salinisation and horticultural production [J]. Sci-Hort,1999,78:1-4.

[5] 张素敏. 果树耐盐碱性研究进展 [J]. 北方果树,2004(Suppl.):52-54.
Zhang S M. Progress in salt and alkali-resistant research in fruits [J]. Northern Fruits,2004(Suppl. 1):52-54. (in Chinese)

[6] 景军胜,董振生,樊雅琴. 陕西油菜生产现状分析 [J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2004,32(4):13-17.
Jing J S,Dong Z S,Fan Y Q. Analysis of the present situation of rape production in Shaanxi [J]. Journal of Northwest A&F

University: Natural Science Edition,2004,32(4):13-17. (in Chinese)

[7] 李春龙. 盐胁迫对油菜种子萌发的影响 [J]. 安徽农业科学,2008,36(26):11198-11199.
Li C L. Effect of salt stress on germination of rapeseed [J]. Journal of Anhui Agri Sci,2008,36(26):11198-11199. (in Chinese)

[8] 刘绚霞,董振生,刘创社,等. 油菜叶绿素提取方法的研究 [J]. 中国农学通报,2004,20:62-63.
Liu X X,Dong Z S,Liu C S,et al. Study on exacting methods of chlorophyll in rapa [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,2004,20:62-63. (in Chinese)

[9] 张宪政. 植物叶绿素含量的测定-丙酮乙醇混合法 [J]. 辽宁农业科学,1986(3):26-28.
Zhang X Z. Determination of chlorophyll content in plant-acetone ethanol mixed [J]. Journal of Liaoning Agri Sci,1986(3):26-28. (in Chinese)

[10] 王广印,周秀梅,张建伟,等. 不同黄瓜品种种子萌发期的耐盐性研究 [J]. 植物遗传资源学报,2004,5(3):299-303.
Wang G Y,Zhou X M,Zhang J W,et al. Salt tolerance of cucumber cultivars at germination stage [J]. Journal of Plant Genetic Resources,2004,5(3):299-303. (in Chinese)

[11] 段德玉,刘小京,冯凤莲,等. 不同盐分胁迫对盐地碱蓬种子萌发的效应 [J]. 中国农学通报,2003,19(6):168-172.
Duan D Y,Liu X J,Feng F L,et al. Effect of saltnities on seed germination of halophyte suaeda salsa [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,2003,19(6):168-172. (in Chinese)

[12] 翟云龙,章建新,李 宁,等. NaCl 胁迫对奶花芸豆种子萌发及幼苗生长的影响 [J]. 新疆农业大学学报,2004,27(3):30-33.
Zhai Y L,Zhang J X,Li N,et al. Effect of NaCl stress on seed germination and seedling growth of *Phaseolas coccineus* L [J]. Journal of Xinjiang Agri Sci,2004,27(3):30-33. (in Chinese)

[13] 常红军,马灿玲. 盐胁迫对 4 个玉米品种的萌发及生长的影响 [J]. 安徽农业科学,2006,34(17):4273-4274.
Chang H J,Ma C L. Effect of salt stress on germination and growth of four corn varieties [J]. Journal of Anhui Agri Sci,2006,34(17):4273-4274. (in Chinese)

[14] 梁云媚,李 燕,多立安,等. 不同盐分胁迫对苜蓿种子萌发的影响 [J]. 草业科学,1998,15(6):21-25.
Liang Y M,Li Y,Duo L A,et al. Effect of salt stress on germination of Lucerne seeds [J]. Pratagricultural Science,1998,15(6):21-25. (in Chinese)

[15] 孟庆俊,冯启言,周东来,等. 盐碱对绿豆和油菜种子萌芽的胁迫效应 [J]. 安徽农业科学,2008,36(2):430,587.
Meng Q J,Feng Q Y,Zhou D L,et al. Stress effect of saling-alkaligon the germination of mung bean and rapeseeds [J]. Journal of Anhui Agri Sci,2008,36(2):430,587. (in Chinese)