

Comparison of Salinity Tolerance among Main Crops at Germination Stage*

Zongjin Chen^{1,2}, Shibin Cai^{1#}, Jishu Yang^{1,2}, Qiaofeng Zhang¹, Jizhong Wu¹,
Yanjie Jiang¹, Wei Yan¹, Xiaoyou Wu¹

¹Institute of Food Crops, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing
²Department of Agronomy, Nanjing Agricultural University, Nanjing
Email: 13675154110@163.com, #caisb@jaas.ac.cn

Received: Nov. 9th, 2012; revised: Nov. 14th, 2012; accepted: Nov. 29th, 2012

Abstract: To compare salinity tolerance among different crops, eight main crops planted in Jiangsu costal areas, including wheat, sorghum, rice, rape oil seed, green vegetables, soybean, mung bean, sesame, with 5 genotypes for each crop, were used as the experimental materials to study the change of the relative germination rate under the condition of the salinity stresses (0.0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% NaCl). Semi-lethal NaCl concentration was considered to be the criterion for salinity tolerance screening among different crops. The results showed that the relative germination rates (RGR) were significant decreasing with the increase of NaCl concentration. There were significant differences in RGR among NaCl concentrations and among crops. Of all the test crops, mung bean has the highest semi-lethal salt concentration (1.89%). Wheat and rape oils seed have the second highest semi-lethal salt concentration (1.20%). Rice was the most sensitive crop with only 0.84% of semi-lethal concentration. Furthermore there were a highly significant differences and relatively high heritability among different varieties in the same crop at semi-lethal salt concentrations ($P < 0.001$) except for soybean. Therefore, we can screen a large number of genotypes to explore salinity-tolerant germplasm which can be planted in the costal areas of Jiangsu Province. They should also be very useful in genetic improvement for salinity resistance.

Keywords: Crop; Salinity; The Relative Germination Rate

主要农作物芽期耐盐性比较研究*

陈宗金^{1,2}, 蔡士宾^{1#}, 杨继书^{1,2}, 张巧凤¹, 吴纪中¹, 蒋彦婕¹, 颜伟¹, 吴小有¹

¹江苏省农业科学院粮食作物研究所, 南京
²南京农业大学农学院, 南京
Email: 13675154110@163.com, #caisb@jaas.ac.cn

收稿日期: 2012年11月9日; 修改日期: 2012年11月14日; 录用日期: 2012年11月29日

摘要: 为了开发利用沿海滩涂资源, 为滩涂地区农作物布局提供参考信息, 本实验以小麦、高粱、水稻、油菜、青菜、大豆、绿豆和芝麻等8种作物, 每种作物随机挑选5个品种(系)为试验材料, 采用芽期发芽鉴定法研究了5种盐浓度(0.0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%)胁迫下不同作物不同品种之间相对发芽率的变化。以各作物半致死浓度的大小作为作物耐盐性强弱的标准。结果表明, 随着盐浓度的升高, 相对发芽率明显下降, 不同盐浓度处理间相对发芽率的差异均达显著水($P < 0.01$)。不同作物之间差异显著, 绿豆耐盐性最高, 其半致死盐浓度为1.9%, 小麦、油菜次之, 为1.2%左右; 水稻半致死盐浓度最低(0.84%)。半致死盐浓度下, 除大豆外, 各作物不同品种之间差异极显著($P < 0.001$), 且遗传力均在68.8%~94.9%之间。因此, 可以通过初步耐盐性鉴定, 从绿豆、油菜、小麦等耐盐性较好的

*基金项目: 江苏省农业科技自主创新资金项目(CX(10)127); 科技基础性工作专项(2007FY110500-06)。

#通讯作者。

作物中筛选强耐盐品种在沿海地区推广种植。同时，耐盐种质可以作为作物耐盐性育种亲本以及遗传研究利用。

关键词：作物；耐盐性；相对发芽率

1. 引言

江苏省沿海地区地狭人稠，随着工业发展，耕地面积逐步减缩，土地资源十分紧缺，人地矛盾日益突出。江苏沿海滩涂面积达 1031 万亩，约占全国滩涂的四分之一，现每年仍以 3 万至 5 万亩的速度淤涨。滨海地区的土地资源和滩涂资源极为丰富，开发滩涂对我省沿海岸地区增加土地面积、缓和人地矛盾及实现可持续发展，有着十分重要的战略意义。

沿海滩涂土壤最显著的特征就是盐分含量偏高，且以氯盐为主，这是沿海滩涂土壤在形成过程中盐分积累的结果。沿海滩涂土壤盐分具有明显的季节性变化，夏秋两季为脱盐期，春冬两季为积盐期，容易造成地表返盐。

盐碱土改良，目前主要有 3 种措施，工程措施，化学措施和生物学措施。工程措施和化学措施见效快，但副作用大，如利用淡水洗盐，在洗盐的同时除了可以把钠盐排走外，同时也造成了植物所必须的矿质元素的流失，化学措施在除盐的同时，易造成二次污染，这两种措施的成本也比较高，而生物学措施可以避免这些缺点，无疑是最经济、安全、有效的办法。选择适宜在江苏省沿海滩涂种植的作物是急需解决的问题。

国内外学者已经对主要农作物进行了耐盐性鉴定与评价，筛选出一些耐盐性较强的种质资源。如那桂秋(2009)对大豆种质进行了耐盐性筛选，筛选出丰豆 8，黑农 49 等种质^[1]，申玉香(2009)通过对几个大麦品种进行耐盐性综合评价，得到芽期和苗期均耐盐的种质 C2118，苏啤 4 号等种质^[2]，胡茂龙(2009)利用人工海水胁迫对不同甘蓝型油菜进行了耐盐性评价，筛选出 05yc2 等耐盐种质^[3]，孙璐(2012)筛选出辽杂 15，辽甜 3 号等耐盐高粱种质^[4]，王萌萌(2012)按照农业部标准对 882 份小麦种质进行了耐盐性筛选，筛选出小偃 22，新曙光 1 号等耐盐优异种质^[5]。A Shahzad (2012)通过对小麦地方品种耐盐性筛选，筛选出 Sakha-92, Pasban90 等耐盐种质^[6]。Munir Ahmad (2011)

研究了面包小麦种质的耐盐性，筛选出 5 个耐盐种质^[7]。但不同作物耐盐性比较研究却鲜见报道。

本试验试图通过对水稻、小麦、高粱、大豆、绿豆、芝麻、油菜、青菜作物种质耐盐性鉴定，发掘耐盐性强、适宜江苏沿海地区大面积种植的作物，为作物的合理布局提供依据，为盐土地农作物的丰产稳产奠定基础。

2. 材料与方法

2.1. 试验材料

从江苏省各地区收集的作物种质中选择水稻、小麦、高粱、油菜、大豆、绿豆、青菜和芝麻等 8 种农作物作物。每种作物随机选 5 个基因型(表 1)进行芽期耐盐性鉴定。

2.2. 试验方法

2.2.1. 实验处理

实验于 2011 年 8 月至 2012 年 3 月在江苏省农科院粮食作物研究所种质资源中心种子处理室进行。每个作物随机选择 5 个品种(系)，每个品种设置 0.0%、0.5%、1.0%、1.5%、2.0% 等 5 个 NaCl 盐浓度梯度。每个处理 3 次重复，每个重复 30 粒种子。挑选大小一致、颗粒饱满、健康的种子。用 1.0% 的次氯酸钠消毒 10 分钟，再用蒸馏水反复冲洗 3~5 遍，均匀摆放在直径 9 cm 并且铺有两层发芽纸的培养皿中。每个培养皿中加入 10 ml 相对浓度 NaCl 溶液，在光照培养箱发芽，各作物发芽温度设置参照农作物种子检验教程发芽实验(中华人民共和国国家标准 GB/T3543.4-1995)每 24 h 更换 1 次相应浓度的 NaCl 溶液，以保持盐溶液浓度基本一致。

2.2.2. 测定项目与指标

发芽标准参照农作物种子检验规程发芽试验(GB/T3543.4-1995)，每天记录发芽种子数，直到连续 2 天无种子继续发芽为止。

发芽率 = 发芽种子总数/参试种子总数 × 100%

Table 1. Relative germination rates of tested varieties in different crops in salt stress
表 1. 各参试作物和品种在四种盐浓度下的相对发芽率

作物 Crop	品种 Variety	NaCl 浓度(%) NaCl concentration(%)			
		0.5	1.0	1.5	2.0
水稻 Rice	扬粳 9417 Yangxian 9417	97.78	66.67	70.00	0.00
	扬粳 9519 Yangxian 9519	89.66	72.41	10.34	0.00
	淮 9508 Huai 9508	50.00	6.67	0.00	0.00
	盐粳 95~21 Yangeng 95~21	45.56	1.11	0.00	0.00
	新 108 Xin 108	37.78	4.44	0.00	0.00
高粱 Sorghum	启东芦稷 Qidong Luji	79.17	45.83	33.33	0.00
	东台甜高粱 1 Dongtai sweat sorghum 1	61.82	23.64	0.00	0.00
	启东糯高粱 Qidong waxy shorghum	98.80	95.18	66.27	3.61
	东台甜高粱 2 Dongtai sweat sorghum 2	96.39	68.67	45.78	0.00
	东台芦稷 Dongtai Luji	80.68	53.41	59.09	0.00
芝麻 Sesame	东元黑芝麻 Dongyuan black sesame	94.38	29.21	0.00	0.00
	如东黑芝麻 Rudong black sesame	100.00	59.26	0.00	0.00
	兆民白芝麻 Zhaomin white sesame	101.15	73.56	2.30	0.00
	白芝麻 white sesame	100.00	84.09	19.32	0.00
油菜 Rape oil seed	和合白芝麻 Hehe white sesame	95.45	72.73	3.41	0.00
	宁油 18 号 Ningyou 18#	93.18	98.86	2.27	0.00
	Westar	95.56	98.89	0.00	0.00
	宁杂 11 号 Ningza 11#	97.73	100.00	72.73	25.00
	浙油 18 号 Zheyou 18#	97.78	100.00	7.78	0.00
绿豆 Mung bean	宁油 16 Ningyou 16#	104.76	83.33	4.76	0.00
	南通绿豆 Nantong Ludou	100.00	91.76	69.41	34.12
	金湖绿豆 Jinhu Ludou	98.70	92.21	84.42	42.86
	句容绿豆 Jurong Ludou	114.52	112.90	106.45	22.58
	六合明绿 Luhe Ludou	114.52	109.68	88.71	33.87
青菜 Green vegetables	射阳绿豆 Sheyang Ludou	100.00	86.67	70.00	50.00
	苏州青 Suzhou Qing	87.21	96.51	37.21	0.00
	四月慢 Siyue Man	98.86	80.68	12.50	0.00
	矮脚黄 Aijiao Huang	56.41	32.05	2.56	0.00
	特矮青 Teai Qing	95.00	76.25	10.00	0.00
小麦 Wheat	黑头乌 Hetou Wu	100.00	53.16	0.00	0.00
	车涧子 CheJianzi	90.70	77.91	18.60	1.16
	神农麦 2 号 Shennongmai 2	94.37	61.97	16.90	0.00
	日本洋小麦 Riben yangxiaomai	87.30	60.32	46.03	0.00
	宁盐 1 号 Ningyan 1#	96.47	94.12	64.71	2.35
大豆 Soybean	扬麦 11 Yangmai 11#	91.76	90.59	25.88	0.00
	黄豆 Huangdou	79.03	29.03	0.00	0.00
	黑豆 Heidou	103.03	43.94	16.67	0.00
	灌豆 2 号 Guandou 2#	78.57	30.00	1.43	0.00
	滨海黑豆 Binhai heidou	96.92	44.62	13.85	0.00
	灌云黑豆 Guanyun Heidou	90.20	25.49	17.65	0.00
	平均 Mean	89.70 A	66.86 B	27.62 C	5.42 D

相对发芽率 = 处理发芽率/对照发芽率 × 100%

2.2.3. 数据统计与分析方法

采用 EXCEL 2003 和 SAS 8.0 进行统计分析。

3. 结果与分析

3.1. 不同盐浓度对八种农作物种子发芽率的影响

8 种作物、每种作物 5 个品种、5 种盐浓度下的耐盐性鉴定结果列于表 1。结果表明，对种子相对发芽率影响最大的为盐浓度，随着盐浓度的升高，相对发芽率明显下降，0.5%浓度下发芽率平均下降 10.3%、1.0%浓度下发芽率下降 1/3、1.5%浓度下相对发芽率降至 27.6%、2.0%浓度下，平均发芽率只有对照的 5.42%，不同盐浓度处理间相对发芽率的差异均达显著水平。

3.2. 不同作物耐盐性差异比较

随着 NaCl 浓度的升高，各作物种子的萌发都受到不同程度的抑制，相对发芽率呈下降趋势(表 2，图 1)。在 0.5%的盐浓度下，除水稻的相对发芽率只有 64.15%外，其它 7 种作物相对发芽率下降较缓，绿豆的相对发芽率甚至高于 100%；在 1.0%的盐浓度下，作物之间的相对发芽率变异幅度最大，绿豆和油菜的发芽率仍然没有受到明显影响，小麦相对发芽率下降 23%、水稻、高粱、芝麻和青菜的发芽率平均下降 33%~43%，大豆的发芽率平均下降 70%左右，而粳稻的平均发芽率不到 5%；在 1.5%的盐浓度下，各作物相对发芽率变幅为 5.01%~84.72%，绿豆的相对发芽率最高，小麦和高粱次之，其它作物的相对发芽率均

Table 2. Effect salt stress on relative germination rates in different crops

表 2. 不同盐浓度对各作物相对发芽率影响

作物Crop	盐浓度NaCl concentration			
	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%
绿豆Mung bean	104.87 a	107.93 a	84.72 a	36.91 a
油菜Rape oil seed	97.80 ab	96.22 ab	17.51 bc	5.00 b
小麦Wheat	92.12 ab	76.98 bc	34.43 bc	0.70 b
青菜Green vegetables	87.50 b	67.73 bc	12.45 bc	0.00 b
芝麻Sesame	98.20 ab	63.77 c	5.01 c	0.00 b
高粱Sorghum	83.37 b	57.35 cd	40.89 b	0.72 b
大豆Soybean	89.55 ab	34.62 d	9.92 c	0.00 b
水稻Rice	64.15 c	30.26 d	16.06 bc	0.00 b

同列数据后不同字母表示差异达 5% 显著水平，下同。

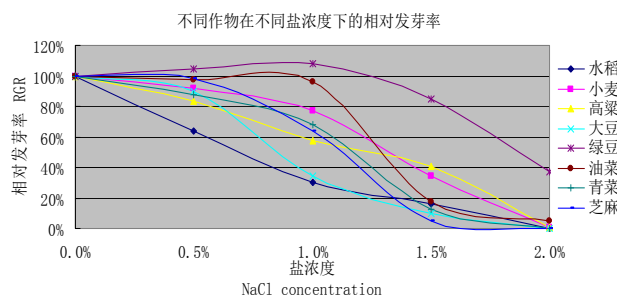


Figure 1. The germination curve of different crops at different salt concentrations

图 1. 不同作物不同盐浓度下发芽率曲线

在 20% 以下；在 2% 的盐浓度下，绿豆的相对发芽率仍然有 36.91%，而其他几种作物的相对发芽率均在 5% 以下。

根据 5 种盐浓度下发芽率变化趋势，拟合了 8 种参试农作物相对发芽率的曲线方程(表 3)。其中，绿豆和油菜的相对发芽率变化符合一元二次曲线方程，水稻、小麦等其余 6 种作物的相对发芽率变化均符合一次曲线方程，各方程的决定系数均在 0.9 以上，可以

Table 3. Equations of relative germination rate against salt concentrations in different crops

表 3. 不同作物的相对发芽率曲线方程

作物 Crop	曲线方程 Equation	决定系数 Determination coefficient	半致死盐浓度(%)Semi-lethal NaCl concentration
水稻 Rice	$y = -4961.8x + 91.712$	0.9573	0.84
小麦 Wheat	$y = -5125.8x + 112.1$	0.9269	1.21
高粱 Sorghum	$y = -4820.8x + 104.67$	0.9732	1.13
大豆 Soybean	$y = -5592.6x + 102.74$	0.9357	0.94
绿豆 Mung bean	$y = -376,086x^2 + 4595.1x + 97.348$	0.9821	1.89
油菜 Rape oil seed	$y = -107,200x^2 - 2676.8x + 99.314$	0.9900	1.23
青菜 Green vegetables	$y = -5501x + 108.55$	0.9377	1.06
芝麻 Sesame	$y = -5863.8x + 112.03$	0.9068	1.06

y 表示相对发芽率；x 表示盐浓度(%)。

较准确地预测各作物在不同盐浓度下的耐盐表现。如果以相对发芽率 50%为该作物耐盐鉴定的合适盐浓度,则绿豆耐盐鉴定适合的浓度最高,约为 1.89%;小麦、油菜次之,为 1.2%左右;高粱再次之,为 1.1%左右;青菜、芝麻和大豆的平均耐盐性较差,半致死盐浓度在 1.00 左右;水稻种子耐盐鉴定适合的浓度最低,约为 0.8%(表 3)。由此推断,八种参试作物耐盐性强弱顺序为:绿豆 > 油菜 > 小麦 > 高粱 > 青菜 = 芝麻 > 大豆 > 水稻。

3.3. 同一作物不同品种耐盐性差异

根据表 3 列出了各种作物的半致死盐浓度,分析了每个作物 5 个品种间耐盐性差异(表 4, 图 2)。结果表明,在 2.0%盐浓度下,绿豆品种间相对发芽率差异达到极显著水平;在 1.5%盐浓度下,小麦、高粱和油菜品种间相对发芽率差异达到极显著水平;在 1.0%盐浓度下,芝麻、青菜、水稻品种间相对发芽率差异也达到极显著水平;只有大豆在 1.0%盐浓度下品种之间发芽率下降的幅度差异不明显,说明半致死盐浓度处理,可以从绝大多数作物的栽培品种中筛选出耐盐性较好的品种。

用方差分析法估算了半致死盐浓度处理后,相对发芽率的遗传力(表 4)。结果表明,油菜、小麦、高粱

和水稻耐盐性的遗传力较高,遗传力均在 80%以上;绿豆、青菜和芝麻耐盐性的遗传力中等,遗传力均在 70%~75%以上;大豆耐盐性的遗传力偏低,只有 9%。说明绝大多数作物的半致死盐浓度处理后,相对发芽率主要受品种本身的遗传特性控制,可以通过遗传改良提高作物的耐盐性。

4. 讨论

本研究表明,在 0.5%盐浓度下 8 种农作物相对发芽率受到的影响较小,对绿豆等作物种子的萌发甚至有促进作用。这与谢德意(2000)研究的结果相一致,说明大多数作物对低浓度的盐渍逆境具有一定的抗耐能力^[7]。随着盐浓度的增大,不同作物相对发芽率下降幅度显著加大,不同盐浓度之间相对发芽率差异极显著,这与郭望模等人研究结果一致^[8],说明在盐渍化较严重的逆境下,筛选鉴定耐盐性较强的作物和品种类型,对开发利用沿海滩涂土壤资源具有重要的应用价值和指导意义。

虽然国内外学者已分别对不同农作物进行了耐盐性鉴定,筛选出一些耐盐性较强的种质资源^[2,3,6,8-13]。但不同作物耐盐性系统比较研究却鲜见报道。本试验通过对水稻、小麦、高粱、大豆、绿豆、芝麻、油菜、青菜作物种质芽期耐盐性鉴定,依据半致死盐浓

Table 4. Analysis of variance of relative germination rates among varieties in different crops at about semi-lethal NaCl concentrations
表 4. 半致死 NaCl 胁迫下同一作物不同品种(系)相对发芽率的方差分析

作物 Crop	盐浓度 NaCl (%)	变异来源 Source of Variation	DF	MS	F	显著性 Significance at 5% level	遗传力 h ² (%)
绿豆 Mungbean	2.0	品种 Variety	4	0.0312	8.9	**	72.4
		误差 Error	10	0.0035			
油菜 Rape oil seed	1.5	品种 Variety	4	0.2884	49.9	**	94.2
		误差 Error	10	0.0058			
小麦 Wheat	1.5	品种 Variety	4	0.1261	15.0	**	82.3
		误差 Error	10	0.0084			
高粱 Sorghum	1.5	品种 Variety	4	0.2046	56.5	**	94.9
		误差 Error	10	0.0036			
芝麻 Sesame	1.0	品种 Variety	4	0.1353	7.6	**	68.8
		误差 Error	10	0.0178			
青菜 Green vegetables	1.0	品种 Variety	4	0.1485	10.3	**	75.6
		误差 Error	10	0.0145			
大豆 Soybean	1.0	品种 Variety	4	0.0242	1.3	ns	9.0
		误差 Error	10	0.0186			
水稻 Rice	1.0	品种 Variety	4	0.3881	28.9	**	90.3

**Significant difference at 1% probability level.

主要农作物芽期耐盐性比较研究

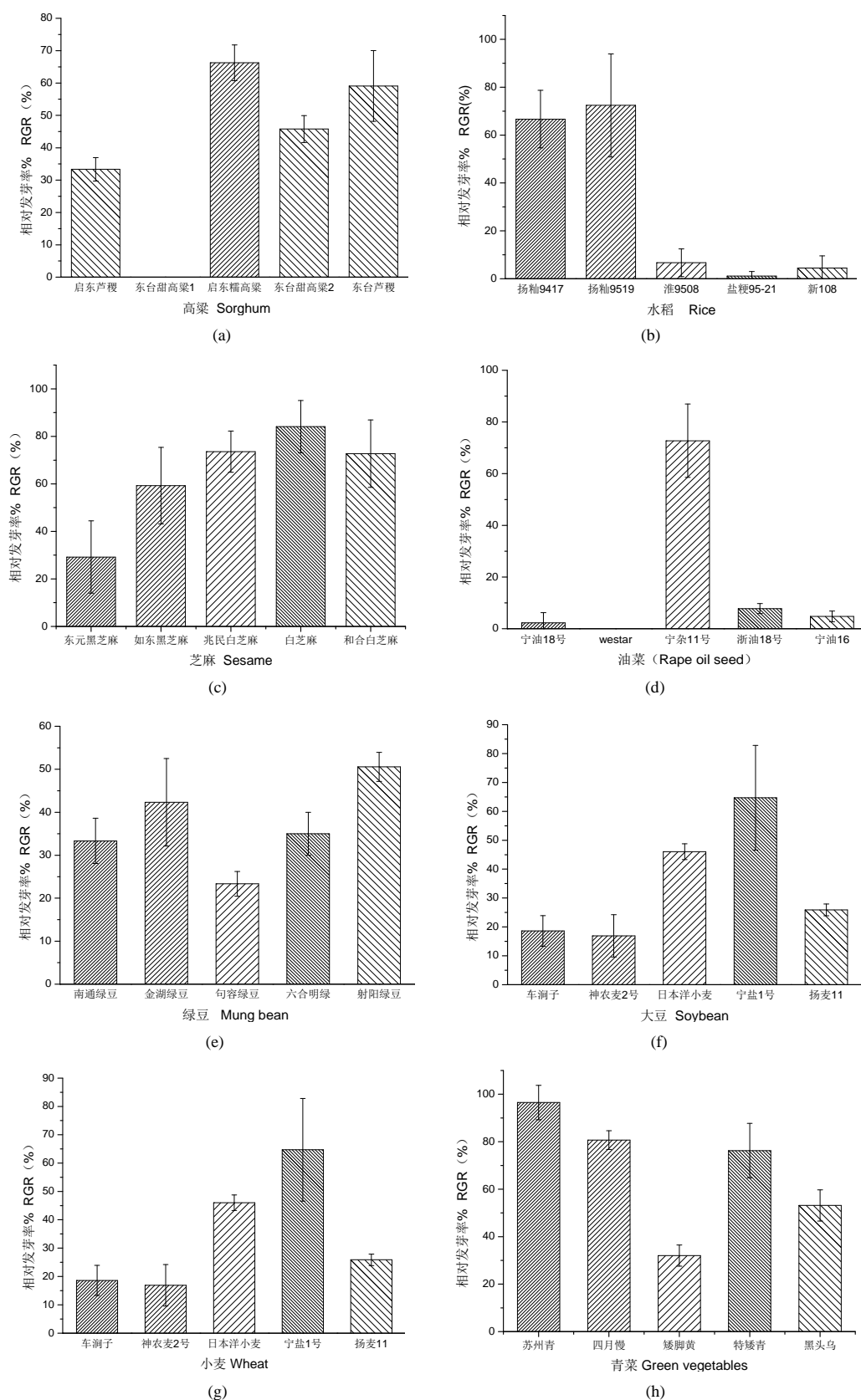


Figure 2. Relative germination rates (RGR) of eight crops at about semi-lethal NaCl concentrations
图 2. 八种作物在半致死盐浓度下的相对发芽率

度,判断出绿豆最为耐盐,油菜、小麦、高粱、青菜、芝麻次之,大豆和水稻对盐害最为敏感。因此,在沿海规划农作物布局中,可以考虑各作物的耐盐性强弱,因地制宜,根据土壤的盐渍化程度选择适宜的耐盐作物。本试验结果为作物的合理布局提供了依据,为盐土地农作物的丰产稳产奠定了基础。

同一作物不同品种耐盐性差异结果分析表明,大多数作物在半致死盐浓度下品种之间耐盐性差异极显著(表 4),而且耐盐性遗传力较高,表明作物耐盐性主要受品种自身遗传控制。说明可以通过遗传改良进一步提高作物的耐盐性。水稻两个亚种之间耐盐性表现出差异,籼稻较粳稻耐盐,与陈志德等的研究结果相似^[14]。因此,拟在本研究的基础上,进一步开展大规模种质耐盐性鉴定,筛选出耐盐作物中的耐盐种质,为耐盐基因资源的发掘与作物耐盐性的遗传改良提供基础材料。

作物在盐渍条件下萌发,是进一步立苗、生长发育,并最终形成产量的基本前提,也是多数研究者普遍采用的耐盐性筛选方法^[15,16]。因此本研究也使用相对发芽率为指标,评价不同作物的耐盐能力。但种子萌发后能否正常生长发育,可能还受其它耐盐机制调控。因此,对不同作物、同一作物不同品种进一步耐盐性比较,尚需苗期,乃至全生育期植株对盐渍逆境反应的资料佐证。

参考文献 (References)

- [1] 那桂秋,寇贺,曹敏建. 不同大豆品种种子萌发期耐盐碱性鉴定[J]. 大豆科学, 2009, 28(2): 352-356.
- [2] 申玉香,乔海龙等. 几个大麦品种(系)的耐盐性评价[J]. 核农学报, 2009, 23(5): 752-757.
- [3] 胡茂龙,蒲慧明,陈新军等. 人工海水胁迫下不同甘蓝型油菜品种发芽能力的差异[J]. 江苏农业科学, 2009, 6: 120-122.
- [4] 孙璐,周宇飞,汪澈等. 高粱品种萌发期耐盐性筛选与鉴定[J]. 中国农业科学, 2012, 45(9): 1714-1722.
- [5] 王萌萌,姜奇彦,胡正等. 小麦品种资源耐盐性鉴定[J]. 植物遗传资源学报, 2012, 13(2): 189-194.
- [6] A. Shahzad, M. Ahmad, M. Iqbal, I. Ahmed I and G. M. Ali. Evaluation of wheat landrace genotypes for salinity tolerance at vegetative stage by using morphological and molecular markers. Genetic and Molecular Research, 2012, 11(1): 679-692.
- [7] 谢得意,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]. 中国棉花, 2000, 27(9): 12-13.
- [8] 郭望模,傅亚萍,孙宗修,郑镇一. 盐胁迫下不同水稻种质形态指标与耐盐性的相关分析[J]. 植物遗传资源学报, 2003, 4(3): 245-251.
- [9] 陈新军,胡茂龙,戚存扣等. 不同甘蓝型油菜品种种子萌发能力研究[J]. 江苏农业科学, 2007, 4: 26-28.
- [10] 马雅琴,翁跃进. 引进春小麦种质耐盐性的鉴定评价[J]. 作物学报, 2005, 31(1): 58-64.
- [11] A. A. Abdel-Latef. Salt tolerance of some wheat cultivars. Ph.D. Thesis, South Valley University, 2005.
- [12] A. A. Tammam, M. F. A. Alhamd and M. M. Hameda. Study of salt tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar Banysoif 1. Australian Journal of Crop Science, 2008, 1(3): 115-125.
- [13] M. Munir, M. Ahmad, I. Ahmad and M. Yousuf. Evaluation of bread wheat genotypes for salinity tolerance under saline field conditions. African Journal of Biotechnology, 2011, 10(20): 4086-4092.
- [14] 陈志德,仲维功,杨杰,黄转运. 水稻新种质资源的耐盐性鉴定评价[J]. 植物遗传资源学报, 2004, 5(4): 351-355.
- [15] 丁顺华,邱年伟,杨洪兵,王宝山. 小麦耐盐性生理指标的选择[J]. 植物生理学通讯, 2001, 37(2): 98-102.
- [16] 郭宝生,杨凯,宋景芝,黄亨履,翁跃进. 西藏小麦耐盐性鉴定及分析[J]. 植物遗传资源科学, 2001, 2(2): 36-39.