

NaCl 胁迫对白菜种子萌发及幼苗生长的影响

杨 飞, 郭海波, 吴 菊, 严中琪

(舟山市农业科学研究所, 浙江 舟山 316000)

摘 要:以 13 个优良不结球白菜品种与 6 个结球白菜品种种子为试材,研究了不同浓度 NaCl 胁迫处理对种子发芽和幼苗生长的影响。结果表明:低浓度 NaCl 胁迫对白菜种子萌发和幼苗生长有一定的促进作用,随着 NaCl 胁迫浓度的加大,种子发芽率、发芽势及幼苗生长情况等呈下降趋势,种子发芽时间推迟;其中“五月慢”、“青杂 4 号”与“德高 16”表现出较强的耐盐性,而“台湾青梗菜”和“科兴黄金白菜”的耐盐性极差。

关键词:NaCl 胁迫;白菜;种子萌发;幼苗生长;耐盐性

中图分类号:S 634 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)01-0026-04

盐胁迫是世界农业生产和生态环境因子中最重要的非生物逆境障碍因子之一,已逐渐成为影响蔬菜生长、导致蔬菜和粮油经济作物减产的主要限制因素^[1]。根据联合国教科文组织(UNESCO)和粮农组织(FAO)不完全统计,全世界盐碱地面积约 9.54 亿 hm^2 。其中,中国盐渍土壤面积大,分布广泛,各类盐碱地面积总计 9 913.3 万 hm^2 ^[2],而且盐碱化和次生盐碱化都在逐年加重,预计到 2050 年,全世界将有超过 50% 的盐碱化耕地^[3],严重威胁着农业的可持续发展。因此,挖掘作物种质本身的耐盐能力,筛选培育耐盐品种,利用盐渍化土壤进行农业生产显得尤为必要。

浙江舟山地处海岛,与大陆分隔,且岛屿分散,耕地资源相对匮乏。近年来,随着蔬菜产业的发展,蔬菜生产的专业化和规模化程度日益提高,由于多年连作及盲目过量施用化肥,使得土壤的次生盐渍化程度不断加重^[4],严重影响了蔬菜的产量和品质,且直接影响到蔬菜产业的健康发展和菜农的效益。

海洋渔业是舟山市的传统优势和最重要的基础产业。据统计,舟山市从事捕捞工作的渔民大约 5 万人。由于长期远距离海上作业,渔民往往无法吃到新鲜的水果和蔬菜,导致人体维持生命活动每天所必需的维生素、矿物质及微量元素摄入不足,严重危害身体健康。为缓解海岛地区渔民吃新鲜蔬菜难题,该试验对 13 个优良不结球白菜(*Brassica campestris* ssp. *chinensis*

Makino)品种与 6 个结球白菜(*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis* Olsson)品种在盐胁迫下的种子萌发和幼苗生长情况进行了比较研究,以期探明 NaCl 胁迫对白菜种子发芽和幼苗生长的抑制作用机理,为开展耐盐蔬菜种质鉴定及育种研究提供理论依据和新的技术,该项研究具有广阔的应用前景。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试 19 个白菜品种种子均由浙江省农业厅种子管理站惠赠。13 个不结球白菜品种分别是“宏达青优”、“五月慢”、“长征一号”、“矮箕苏州青”、“申宝青二号”、“杭州油冬儿”、“抗热 605”、“四月慢”、“夏抗 F1”、“春蔓青梗菜”、“美秋青梗菜”、“神华青梗菜”、“台湾青梗菜”;6 个结球白菜品种是“早熟六号”、“新 5 号”、“德高 16”、“青杂 4 号”、“长梗白菜”、“科兴黄金白菜”;每个品种均选取成熟度好,健康饱满,大小均一的种子为试材。供试 NaCl 为分析纯,购自上海生工试剂厂。

1.2 试验方法

试验于 2012 年 7~12 月在舟山市农业科学研究所科研基地日光温室内进行。分别配置浓度为 0(CK)、40、80、120、160、200 mmol/L 的 NaCl 溶液,密封保存、备用。采用纸上发芽法,选取 90 mm 口径的培养皿,皿内铺双层滤纸,选取籽粒饱满的种子均匀播种在滤纸上,每皿播种 100 粒。NaCl 胁迫处理设 5 个梯度,分别为 40、80、120、160、200 mM,以 0 mM(CK)为对照。自播种当日,每天用少量不同浓度 NaCl 溶液多次冲洗种子后,用移液器吸出多余溶液,以保持滤纸湿润为宜。胁迫处理后,将培养皿置于 25℃ 的恒温培养箱内进行培养,箱内相对湿度为 75%,光暗周期为 8 h/16 h^[5]。每处理重复 3 次。3 d 后统计种子发芽势,5 d 后统计发芽率,并从各

第一作者简介:杨飞(1983-),男,江西九江人,硕士,农艺师,研究方向为植物耐盐性。E-mail:happyforeveryangfei@gmail.com.

责任作者:郭海波(1972-),男,本科,农艺师,现主要从事蔬菜设施栽培推广与研究工作。E-mail:2032631@hotmail.com.

基金项目:浙江省科技计划资助项目(2012C22022)。

收稿日期:2013-07-26

处理中随机挑选 10 株幼苗,测定株高、主根长、单株鲜重。

1.3 项目测定

以胚根伸长 0.2 cm 作为萌发标志,每天记录萌发种子数和胚根的长度,萌发结束后,测定幼苗的一些生长指标(株高、主根长等)并称量鲜重,计算发芽势(GE)及总发芽率(GR)。发芽势(GE) = $\sum G_t / N \times 100\%$,式中:G_t 为第 t 天(该研究为 10 d)的萌发种子数,N 为供试种子数。总发芽率(GR) = $n / N \times 100\%$,式中:n 为萌发种子数,N 为供试种子数。

株高的测定从根茎部到生长点为基准;主根长的测定以下胚轴基部至主根尖端的长度为基准;萌发结束后,测定幼苗的株高、主根长等生长指标并称量鲜重。

2 结果与分析

2.1 不同浓度 NaCl 胁迫对白菜种子萌发的影响

从表 1 可以看出,随着 NaCl 胁迫浓度的升高,所有种子发芽势均呈显著的逐渐下降趋势。其中,“宏达青优”、“五月慢”、“长征一号”、“青杂 4 号”、“申宝青二号”、“早熟六号”、“德高 16”、“抗热 605”、“夏抗 F1”、“春蔓青梗菜”、“四月慢”、“神华青梗菜”在 0~120 mM 盐胁迫下表现出很高的发芽势,均在 80% 以上;当盐浓度达到 160 mM 后,仅有“五月慢”、“青杂 4 号”、“德高 16”、“夏抗 F1”、“春蔓青梗菜”和“神华青梗菜”的发芽势仍保持在 80%

表 1 不同浓度 NaCl 胁迫对 19 种白菜种子发芽势的影响

Table 1 The Effect of different NaCl stress on germination energy of 19 Chinese cabbage cultivars

品种 Cultivars	NaCl 浓度 0(CK)	40	80	120	160	200
“宏达青优”	92.833a	93.167a	89.167b	83.833c	73.667d	46.333e
“五月慢”	91.333a	91.667a	91.333a	90.000b	89.667b	88.000c
“长征一号”	98.333a	96.000b	90.000c	86.667d	78.333e	69.333f
“青杂 4 号”	93.000a	93.333a	91.333b	90.000b	87.000c	83.667d
“矮箕苏州青”	86.000a	85.667a	82.000b	78.333c	79.333c	74.000d
“申宝青二号”	89.333a	86.000b	88.000ab	82.667c	68.000d	55.000e
“早熟六号”	91.667a	93.000a	85.667b	86.000b	79.000c	66.000d
“新 5 号”	84.667b	89.333a	83.333b	77.333c	70.667d	54.000e
“杭州油冬儿”	99.667a	98.000a	99.000a	77.667b	63.333c	35.667d
“德高 16”	98.000ab	99.667a	97.667b	97.333b	91.333c	80.333d
“抗热 605”	97.000a	96.333a	92.000b	87.000c	64.667d	31.667e
“夏抗 F1”	100.000a	98.000a	94.667b	92.000c	86.667d	70.667e
“春蔓青梗菜”	91.000a	90.667a	85.667b	82.000c	81.667c	65.333d
“四月慢”	97.000a	94.667b	94.333b	92.333b	78.333c	49.000d
“美秋青梗菜”	89.000a	82.667b	77.000c	71.000d	70.000d	66.667e
“长梗白菜”	75.667b	82.333a	70.333c	64.333d	45.333e	26.000f
“神华青梗菜”	94.333a	94.000a	94.000a	93.333a	91.000b	77.000c
“台湾青梗菜”	87.000a	71.667b	59.000c	54.000d	46.000e	38.000f
“科兴黄金白菜”	89.333a	76.000b	69.000c	49.000d	32.000e	21.000f

注:不同小写字母代表 0.05 水平下差异显著,下同。

Note: Different lowercase letters mean significant difference at 0.05 level, the same below.

以上;“台湾青梗菜”、“科兴黄金白菜”在 40 mM 时表现出低于 80% 发芽势;“美秋青梗菜”、“长梗白菜”在 80 mM 时表现出低于 80% 发芽势;“矮箕苏州青”、“新 5 号”、“杭州油冬儿”在 120 mM 时就表现出低于 80% 发芽势;而在 200 mM,“五月慢”、“青杂 4 号”、“德高 16”仍保持较高的发芽势。

从表 2 可以看出,随着 NaCl 浓度的升高,种子发芽率同样呈显著的逐渐下降趋势。其中,“五月慢”、“青杂 4 号”、“矮箕苏州青”、“德高 16”、“夏抗 F1”、“春蔓青梗菜”、“神华青梗菜”在 0~200 mM 胁迫下均表现出较高的发芽率;而“长梗白菜”、“台湾青梗菜”以及“科兴黄金白菜”表现出极低的发芽率,差异显著。

表 2 不同浓度 NaCl 胁迫对 19 种白菜种子发芽率的影响

Table 2 The effect of different NaCl stress on germination rate of 19 Chinese cabbage cultivars

品种 Cultivars	NaCl 浓度 0(CK)	40	80	120	160	200
“宏达青优”	94.333a	94.833a	91.000ab	88.000b	81.000c	57.667d
“五月慢”	91.333a	92.333a	91.667a	90.000b	90.000b	88.333c
“长征一号”	98.667a	98.000a	94.000b	89.667c	82.000d	77.333e
“青杂 4 号”	94.667ab	95.333a	93.667b	93.667a	89.333c	86.667d
“矮箕苏州青”	91.333a	91.667a	87.333b	83.333c	85.000bc	81.000cd
“申宝青二号”	91.667a	92.333a	92.333a	89.667b	80.333c	64.667d
“早熟六号”	92.333b	95.667a	90.667c	90.667c	85.667d	75.000e
“新 5 号”	88.667b	92.000a	86.000c	83.333d	81.333d	76.667e
“杭州油冬儿”	100.000a	99.000a	99.333a	94.667b	78.667c	58.333d
“德高 16”	98.333a	100.000a	99.333a	98.667a	94.333b	88.333c
“抗热 605”	97.333a	97.333a	95.000b	95.333b	89.333c	58.333d
“夏抗 F1”	100.000a	99.333a	98.667ab	97.333b	92.667c	80.667d
“春蔓青梗菜”	94.000a	92.667ab	90.000b	93.333a	90.667b	87.000c
“四月慢”	97.000a	95.000ab	94.000b	96.000a	82.333c	55.333d
“美秋青梗菜”	95.333a	89.333b	85.667c	79.333d	74.667e	68.333f
“长梗白菜”	82.667a	82.333a	79.667b	77.667b	64.667c	48.333d
“神华青梗菜”	97.667a	95.333b	95.000b	95.667ab	93.667bc	86.000d
“台湾青梗菜”	91.333a	78.000b	68.000c	66.667c	62.000d	44.667e
“科兴黄金白菜”	92.000a	85.333b	77.333c	53.333d	39.333e	24.000f

2.2 不同浓度 NaCl 胁迫对白菜种子幼苗生长的影响

由表 3 可知,在 40 mM 胁迫下,大部分白菜品种上胚轴长度明显高于对照,说明较低浓度的 NaCl 胁迫对种子萌发有促进作用。随着 NaCl 浓度的升高,幼苗上胚轴长度呈显著性逐渐下降趋势。

由表 4 可知,在 40 mM 胁迫下,大部分白菜品种主根长度明显高于对照,说明较低浓度的 NaCl 胁迫对种子萌发有促进作用。随着 NaCl 浓度的升高,幼苗主根长度呈显著的逐渐下降趋势。

表 3 不同浓度 NaCl 胁迫对 19 种白菜株高的影响

Table 3 The effect of different NaCl stress on plant height of 19 Chinese cabbage cultivars cm

品种 Cultivars	NaCl 浓度 NaCl concentrations/ $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$					
	0(CK)	40	80	120	160	200
“宏达青优”	1.721b	2.523a	1.420c	0.878d	0.663e	0.591e
“五月慢”	2.426a	2.386a	2.238a	1.326b	0.918c	0.908c
“长征一号”	2.442b	3.186a	1.962c	1.394d	1.334d	0.884e
“青杂 4 号”	1.728b	2.351a	1.609b	1.326c	0.892d	0.563e
“矮箕苏州青”	2.552b	3.024a	2.116c	1.602d	1.264e	1.074f
“申宝青二号”	1.812a	1.192b	0.904c	0.740d	0.662e	0.356f
“早熟六号”	1.726b	2.224a	1.738b	1.176c	0.808d	0.622e
“新 5 号”	1.602b	2.622a	1.224c	0.894d	0.798e	0.543f
“杭州油冬儿”	1.754b	2.504a	1.715b	1.468c	1.113d	0.681e
“德高 16”	1.445b	1.863a	1.678c	1.472d	1.254e	0.915f
“抗热 605”	2.633a	2.534a	2.003b	1.345c	0.843d	0.569e
“夏抗 F1”	3.452a	3.406a	3.056b	2.034c	0.976d	0.861e
“春蔓青梗菜”	2.008b	2.452a	1.728c	1.049d	0.682e	0.461f
“四月慢”	2.182b	2.494a	1.945c	0.886d	0.708e	0.489f
“美秋青梗菜”	2.654b	3.846a	2.774b	1.244c	1.098d	0.763e
“长梗白菜”	2.561c	2.98b	3.230a	1.906d	1.175e	0.881f
“神华青梗菜”	2.583b	3.622a	2.056c	1.407d	1.007e	0.690f
“台湾青梗菜”	0.718a	0.696a	0.658b	0.601c	0.542d	0.661b
“科兴黄金白菜”	0.742a	0.748a	0.738a	0.658b	0.574c	0.508d

表 4 不同浓度 NaCl 胁迫对 19 种白菜主根长的影响

Table 4 The effect of different NaCl stress on main root length of 19 Chinese cabbage cultivars cm

品种 Cultivars	NaCl 浓度 NaCl concentrations/ $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$					
	0(CK)	40	80	120	160	200
“宏达青优”	5.362d	6.224c	7.265b	9.301a	5.256d	0.525e
“五月慢”	9.342b	9.626b	10.180a	7.036c	4.663d	1.136e
“长征一号”	9.804a	9.074b	8.794b	7.384c	3.192d	1.292e
“青杂 4 号”	10.954c	12.182a	12.018a	11.538b	4.842d	1.105e
“矮箕苏州青”	9.236c	10.122a	9.980b	9.314c	3.824d	1.476e
“申宝青二号”	7.462a	7.209a	5.106b	4.346c	1.265d	0.557e
“早熟六号”	7.609b	7.376b	11.174a	11.658a	5.603c	1.514d
“新 5 号”	5.705a	2.896c	3.598b	3.872b	2.726c	0.871d
“杭州油冬儿”	10.062a	9.046b	8.922b	8.068c	4.706d	1.636e
“德高 16”	9.628c	12.457a	10.779b	6.756d	5.635e	2.487f
“抗热 605”	8.183b	10.472a	10.974a	6.292c	1.325d	0.764e
“夏抗 F1”	9.666b	8.034c	11.965a	8.308c	2.412d	1.084e
“春蔓青梗菜”	7.162b	9.516a	7.464b	6.461c	3.004d	1.362e
“四月慢”	11.318a	10.488b	9.256c	5.688d	2.985e	0.997f
“美秋青梗菜”	9.0906a	7.614b	6.354c	6.029d	3.364e	0.926f
“长梗白菜”	13.243a	12.576b	11.644c	8.416d	3.503e	1.622f
“神华青梗菜”	10.734b	14.544a	9.794c	7.987d	5.491e	1.335f
“台湾青梗菜”	5.695a	2.384b	1.615c	1.561c	0.589d	0.318e
“科兴黄金白菜”	6.557a	5.074b	3.104c	1.282d	0.543e	0.311f

观察表 5 可知,在 0~120 mM 胁迫下,所有白菜品种上胚轴鲜重明显高于对照,说明在这个浓度范围内,NaCl 胁迫对幼苗上胚轴生物量有促进作用。随着 NaCl 浓度的升高,幼苗上胚轴生物量呈显著性逐渐下降趋势。

由表 6 可知,在 40 mM 胁迫下,所有白菜品种主根鲜重明显高于对照,说明在这个浓度范围内,NaCl 胁迫对幼苗主根生物量有促进作用。随着 NaCl 浓度的升高,除

了“五月慢”、“申宝青二号”在 80 mM 浓度较 40 mM 处理主根鲜重增加外,其余 17 个白菜幼苗主根生物量呈显著性逐渐下降趋势。

表 5 不同浓度 NaCl 胁迫对 19 种白菜单株鲜重的影响

Table 5 The effect of different NaCl stress on fresh weight per plant of 19 Chinese cabbage mg

品种 Cultivars	NaCl 浓度 NaCl concentrations/ $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$					
	0(CK)	40	80	120	160	200
“宏达青优”	44.158d	82.467a	82.563a	77.803b	59.692c	19.011e
“五月慢”	20.889e	34.077b	32.765c	35.857a	26.154d	18.751f
“长征一号”	36.023e	64.007a	61.212b	53.421c	41.222d	31.333f
“青杂 4 号”	53.143d	101.769b	108.214a	83.214c	52.929d	32.25e
“矮箕苏州青”	28.944f	47.438a	38.506b	35.688c	32.529d	30.012e
“申宝青二号”	21.474d	22.770c	30.667a	27.563b	23.503c	11.624e
“早熟六号”	41.938f	79.205c	98.214a	83.267b	65.333d	57.506e
“新 5 号”	43.588d	96.111a	86.251b	62.875c	62.154c	20.578e
“杭州油冬儿”	21.471d	34.444a	29.889b	24.923c	20.538e	13.714f
“德高 16”	30.625d	67.733b	77.154a	37.313c	24.478e	15.163f
“抗热 605”	37.245d	75.833a	65.231b	49.556c	38.567d	16.289e
“夏抗 F1”	39.156d	82.667a	70.125b	46.214c	37.093e	4.869f
“春蔓青梗菜”	26.467d	62.267a	50.286b	42.167c	31.556e	20.217f
“四月慢”	25.563d	49.938a	37.643b	36.857b	28.667c	13.223e
“美秋青梗菜”	44.253e	108.647a	94.813b	61.867b	59.545d	39.103f
“长梗白菜”	43.256e	104.833a	100.608b	79.778c	50.254d	34.502f
“神华青梗菜”	46.710e	104.205a	88.436b	83.875c	61.333d	37.105f
“台湾青梗菜”	28.032d	45.027b	48.56a	31.733c	31.633c	31.108c
“科兴黄金白菜”	28.233d	37.727b	39.113a	35.093c	25.073e	22.896f

表 6 不同浓度 NaCl 胁迫对 19 种白菜根鲜重的影响

Table 6 The effect of different NaCl stress on root weight per plant of 19 Chinese cabbage cultivars mg

品种 Cultivars	NaCl 浓度 NaCl concentrations/ $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$					
	0(CK)	40	80	120	160	200
“宏达青优”	12.632c	22.143a	13.125b	6.614d	3.333e	3.021f
“五月慢”	3.778c	3.923b	5.059a	3.786c	3.231d	2.253e
“长征一号”	10.053c	15.611a	13.408b	8.211d	6.167e	4.409f
“青杂 4 号”	20.506a	17.615b	17.714b	9.929c	5.923d	2.333e
“矮箕苏州青”	12.167a	12.375a	11.253b	5.938b	5.294c	2.001d
“申宝青二号”	4.263a	7.222b	9.802c	8.108d	2.104e	1.037e
“早熟六号”	21.253b	26.933a	19.143c	8.107d	4.417e	2.069f
“新 5 号”	11.118b	14.113a	10.716c	8.509d	4.786e	1.463f
“杭州油冬儿”	8.353b	9.056a	8.753a	7.385c	3.769d	2.429e
“德高 16”	4.938c	11.933a	9.769b	3.014d	2.006e	0.955f
“抗热 605”	6.438c	10.611a	8.539b	5.778d	3.431e	1.526f
“夏抗 F1”	6.754c	10.412a	7.625b	4.286d	3.125e	1.541f
“春蔓青梗菜”	3.133c	6.867a	4.214b	3.083c	0.889d	0.431e
“四月慢”	6.813b	7.625a	5.571c	3.571d	0.667e	0.156f
“美秋青梗菜”	7.375d	14.529a	11.751b	8.667c	3.455e	2.014f
“长梗白菜”	9.083c	12.531a	11.467b	9.222c	4.375d	1.036e
“神华青梗菜”	10.153c	13.867a	12.016b	11.813b	6.333d	2.059e
“台湾青梗菜”	9.543a	7.553b	6.774c	3.197d	1.738e	1.092f
“科兴黄金白菜”	7.057b	8.993a	5.041c	2.967d	1.64e	1.494f

3 结论与讨论

该试验结果表明,在相同浓度 NaCl 胁迫条件下,不同白菜品种对 NaCl 胁迫的敏感性不同;在不同浓度

NaCl 胁迫下,相同白菜品种对 NaCl 胁迫的敏感性也不同。低浓度的 NaCl 对作物种子萌发及幼苗生长具有一定的促进作用,而浓度达到一定高度时则会产生抑制作用。该趋势与前人的研究结论相吻合^[6-10],此现象可能与低盐促进细胞膜渗透调节有关,也可能是微量的无机离子(Na^+)对呼吸酶有一定的激活作用^[11]。低浓度盐胁迫对白菜的发芽率影响很小,而高浓度盐胁迫能延缓或抑制白菜种子的萌发。吴永波等^[12]认为,在一定胁迫条件下,种子的萌发速率变化不显著或加快,可能存在耐胁迫基因。而戴伟民等^[13]认为,高盐浓度抑制种子萌发,主要是由于外界渗透压导致种子吸水不足造成的。NaCl 胁迫破坏了植株细胞质膜的完整性,导致细胞膜选择透过性下降甚至丧失,细胞内离子失调,引发一系列生理代谢紊乱,胁迫浓度过高,使水势降低,种子吸水困难,细胞水分亏缺,种子活力降低乃至失去萌发能力,植株的生长发育减缓或抑制。

该试验通过研究不同浓度 NaCl 胁迫处理对 13 个不结球白菜品种和 6 个结球白菜品种种子萌发及幼苗生长情况的影响,较直观地反映了不同白菜品种对盐浓度的敏感性。随着 NaCl 胁迫浓度的增加,对种子发芽率、发芽势、幼苗上胚轴长、主根长、上胚轴鲜重及根鲜重的研究可知,供试的 19 个白菜品种生长发育情况均表现出先增后降的趋势。从发芽势和发芽率来看,随着 NaCl 浓度的升高,呈显著的逐渐下降的趋势规律,“五月慢”、“青杂 4 号”与“德高 16”表现出很强的耐盐性,而“台湾青梗菜”和“科兴黄金白菜”的耐盐性极差;从幼苗上胚轴和主根长来看,在 40 mM 胁迫下,大部分白菜品种主根长度明显高于对照,说明在较低浓度 NaCl 胁迫对种子萌发有促进作用。随着 NaCl 胁迫浓度的升高,幼苗主根长度呈显著逐渐下降趋势。从上胚轴鲜重和根鲜重来看,在 0~120 mM 胁迫下,所有白菜品种上胚轴鲜重明显高于对照,而在 40 mM 胁迫下,所有白菜品种主根鲜重明显高于对照,说明在一定浓度范围内,

NaCl 胁迫对幼苗上胚轴生物量有促进作用,但随着 NaCl 浓度的升高,就会转变成抑制作用。

由于白菜属中等耐盐作物,无论种子还是幼苗对盐胁迫均较为敏感,低浓度的 NaCl 对种子萌发及幼苗生长具有一定的促进作用,而浓度达到一定高度时则会产生抑制作用,随着盐浓度的升高,抑制呈显著性差异。

由于植物耐盐性的机制十分复杂,仅从某一侧面或某些层次去研究植物的耐盐能力是远远不够的。植物耐盐的表现是多方面的,白菜种子萌发的耐盐性与幼苗生长发育阶段的耐盐性是否一致仍有待于进一步的研究。

参考文献

- [1] 周和平,张立新,禹锋,等.我国盐碱地改良技术综述及展望[J].现代农业科技,2007(11):159-161,164.
- [2] 李彬,王志春,孙志高,等.中国盐碱地资源与可持续利用研究[J].干旱地区农业研究,2005,23(2):154-158.
- [3] Vinocur B,Altman A. Recent advances in engineering plant tolerance to a biotic stress; achievements and limitations [J]. Current Opinion Biotechnol, 2005(16):123-132.
- [4] 黄易,张玉龙.保护地生产条件下的土壤退化问题及其防治对策[J].土壤通报,2004,35(2):212-216.
- [6] 叶梅荣,刘玉霞. NaCl 对吸涨后小麦种子发芽和幼苗生长的影响[J].安徽农业技术师范学报,2000,14(2):35-36.
- [7] 叶武威,刘金定.氯化钠和食用盐对棉花种子萌发的影响[J].中国棉花,1994,21(3):14-15.
- [8] 陈火英,张才喜,庄天明,等. NaCl 胁迫对不同品种番茄种子发芽特性的影响[J].上海农学院学报,1998,16(3):209-212.
- [9] 王广印,周秀梅,张建伟,等. NaCl 胁迫对不同品种黄瓜种子发芽的影响[J].干旱地区农业研究,2005,23(1):121-124.
- [10] 鲍维巨,方巍,张琪晓,等.不同浓度胁迫处理对番茄种子发芽的影响[J].安徽农业大学学报,2011,38(2):227-231.
- [11] 王广印,周秀梅,张建伟,等. NaCl 胁迫对不同品种黄瓜种子发芽的影响[J].干旱地区农业研究,2005,23(1):121-124.
- [12] 吴永波,薛建辉.盐胁迫对 3 种白蜡树幼苗生长与光合作用的影响[J].南京林业大学学报(自然科学版),2002,26(5):19-26.
- [13] 戴伟民,蔡润,潘俊松,等.盐胁迫对番茄幼苗生长发育的影响[J].上海农业学报,2002,18(1):58-62.

Effect of NaCl Stress on the Seed Germination and Seedling Growth of Chinese Cabbage Cultivars

YANG Fei, GUO Hai-bo, WU Ju, YAN Zhong-qi

(Zhoushan Academy of Agricultural Sciences, Zhoushan, Zhejiang 316000)

Abstract: Taking 13 non-heading Chinese cabbage and 6 Chinese cabbage cultivars seeds as materials, the effects of different concentrations of NaCl stress on the seed germination and seedling growth were studied. The results showed that the stress under low NaCl concentrations on seed germination and seedling growth had certain promotion, with the increase of NaCl concentration, the seed germination rate, germination energy, and seedling growth decreased inversely, and the germination time would be delayed.

Key words: NaCl stress; Chinese cabbage; seed germination; seedling growth; salt tolerance