

# NaCl 胁迫对不同品种黄瓜种子萌发特性的影响

韩志平<sup>1</sup>, 张海霞<sup>2</sup>, 刘 渊<sup>1</sup>, 于肯明<sup>1</sup>

(1. 山西大同大学 生命科学学院, 山西 大同 037009; 2. 山西大同大学 后勤管理处, 山西 大同 037009)

**摘 要:**以 5 个黄瓜品种为试材, 采用培养皿发芽法, 研究了不同浓度 NaCl 溶液浸种对不同品种黄瓜种子萌发和胚根生长的影响。结果表明: 200 mM 以下浓度 NaCl 胁迫对黄瓜种子萌发和胚根生长没有显著影响, 200 mM 以上浓度 NaCl 胁迫则显著抑制了黄瓜的种子萌发和胚根生长, 且随 NaCl 浓度提高, 种子发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数显著降低, 胚根长、胚根鲜重、一级侧根数也均显著下降; 5 个供试品种中, “津春 4 号”和“津优 10 号”特别是“津春 4 号”的种子萌发和胚根生长受 NaCl 胁迫的抑制程度较大, “津春 2 号”(改良)和“津优 2 号”受抑制程度较小, “津园 3 号”受抑制程度居于上述 2 类种子之间。

**关键词:**黄瓜; 种子; 盐胁迫; 萌发; 生长

**中图分类号:**S 642.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)01-0001-05

盐胁迫是影响植物生长和产量的主要的非生物胁迫因素之一, 也是农业生产面临的生态危机之一<sup>[1]</sup>。据报道, 全球约有 20% 的耕地和近半数的灌溉土地受到不同程度的盐害威胁<sup>[2]</sup>, 我国也有  $6.67 \times 10^6 \text{ hm}^2$  盐渍化耕地, 约占可耕地面积的 25%<sup>[3]</sup>。近年来, 我国设施蔬菜栽培特别是温室和大棚栽培面积迅速扩大, 但设施内土壤长期得不到雨水淋洗, 加上化肥施用量过大、多年连茬种植等原因, 土壤次生盐渍化已成为设施栽培中普遍存在且难以解决的问题<sup>[4]</sup>, 严重影响了栽培设施的利用效率和设施蔬菜的可持续发展。因此, 克服设施土壤的次生盐渍化障碍, 是目前生产上迫切需要解决的问题, 已经成为国内外园艺学家研究的热点。

黄瓜(*Cucumis sativus* L.) 属葫芦科甜瓜属 1a 生草本植物, 别名胡瓜、王瓜, 是世界各国普遍栽培的重要蔬菜作物之一<sup>[5]</sup>。随着设施园艺产业的发展, 黄瓜设施栽培面积不断扩大, 我国已基本实现了黄瓜的周年生产和均衡供应。但是黄瓜根系脆弱细嫩, 在盐渍条件下会造成种子萌发困难、植株生长势减弱、果实发育不良、产量品质下降等不利后果<sup>[6]</sup>。土壤次生盐渍化已经严重影响了设施黄瓜生产的经济效益和健康发展。

盐胁迫抑制种子的正常萌发, 这是妨碍植物在盐碱

地上立苗的实践性问题<sup>[7]</sup>。但国内外对作物耐盐性的研究主要集中于大田作物, 且多集中于田间植株生长期, 有关蔬菜作物种子萌发期对盐胁迫响应的研究鲜有深入报道。该试验采用培养皿发芽法, 研究了不同浓度 NaCl 溶液浸种对黄瓜种子萌发和胚根生长的影响, 并对不同品种萌发期的耐盐性作了比较, 以期对设施黄瓜抗盐栽培、耐盐黄瓜品种选育提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试黄瓜(*Cucumis sativus* L.) 品种为天津科润黄瓜研究所提供的“津园 3 号”、“津春 2 号”(改良)、“津春 4 号”、“津优 2 号”和“津优 10 号”。

### 1.2 试验方法

试验在山西大同大学生命实验教学中心进行。试验共设 7 个处理, 分别用 50、100、150、200、250、300、500 mM NaCl 溶液浸种, 以 0 mM NaCl 溶液浸种为对照(CK)。种子经 55℃ 温水烫种 15 min 后, 用蒸馏水冲洗干净, 在相应浓度 NaCl 溶液中浸泡 6 h。而后置于铺有相应浓度 NaCl 溶液浸泡至饱和的 4 层纱布的培养皿中, 在光照培养箱中 25℃ 下避光培养。催芽期间每 12 h 用相应浓度 NaCl 溶液清洗 1 次种子。培养皿完全随机排列, 每处理 3 次重复, 每重复 75 粒种子。

开始催芽后每 12 h 统计黄瓜种子发芽数并计算发芽率, 以 48 h 的发芽率作为发芽势。催芽 3 d 后每处理每重复随机取 15 粒种子统计胚根长度、一级侧根数和胚根鲜重。

### 1.3 项目测定

发芽率(%) = 发芽种子数 / 供试种子数  $\times 100\%$ ; 发芽

**第一作者简介:**韩志平(1976-), 男, 山西孟县人, 博士, 副教授, 研究方向为园艺植物逆境生理与分子生物学。E-mail: hanzhiping0215@163.com.

**基金项目:**山西省高校科技研究开发资助项目(20121107); 山西大同大学博士科研资助项目(2008-B-28); 山西大同大学研究所科研资助项目(2009-Y-14)。

**收稿日期:**2013-10-22

势(%)=催芽48 h的发芽种子数/供试种子数 $\times 100\%$ ;胚根长度用皮尺测量,胚根用去离子水冲洗干净并用滤纸吸干水分后用电子天平称得鲜重;发芽指数和活力指数采用丁顺华等<sup>[8]</sup>方法计算: $GI = \sum G_t / D_t$ ,  $VI = GI \times S$ 。式中:GI表示发芽指数,VI表示活力指数, $G_t$ 为 $t$ 日的发芽率, $D_t$ 为相应的发芽日数, $S$ 为平均胚根鲜重。

#### 1.4 数据分析

采用DPS软件对同一品种不同处理的数据进行单因素方差分析,Duncan's新复极差法进行平均数间的多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 NaCl胁迫对黄瓜种子发芽率和发芽势的影响

由表1可知,随NaCl胁迫浓度的升高,供试黄瓜种子的发芽率均呈下降趋势,但在小于100 mM NaCl浓度

时,所有品种种子的发芽率下降幅度都很小,说明低浓度盐胁迫对黄瓜种子萌发的影响不大。但当NaCl浓度超过150 mM时,“津春4号”和“津优10号”的发芽率随NaCl浓度升高而急剧降低,其它3个品种,特别是“津优2号”和“津春2号”发芽率降低幅度仍较小,说明不同品种种子萌发期间的耐盐性存在较大差异。随催芽时间延长,同一品种不同处理间发芽率差异逐渐缩小。在500 mM NaCl胁迫下,所有品种的种子均没有发芽,说明NaCl胁迫浓度达到一定程度时将完全抑制黄瓜种子的萌发。

发芽势是一定时间内种子发芽的潜在能力。由图1可知,与发芽率的变化趋势一致,黄瓜种子的发芽势均随NaCl胁迫浓度提高而降低,但品种之间存在明显差异。“津春2号”与“津优2号”种子在NaCl胁迫200 mM以上时,仍具有较大的发芽潜力,特别是“津春2号”的发

表1 NaCl胁迫对黄瓜种子发芽率的影响

Table 1 The effects of NaCl stress on the germination rate of cucumber seeds

品种 Varieties	NaCl 浓度 NaCl concentration/mM	发芽率 Germination rate/%			
		24 h	36 h	48 h	60 h
“津园3号” ‘Jinyuan No. 3’	0(CK)	86.67 $\pm$ 0.78 a	94.67 $\pm$ 0.77 a	96.44 $\pm$ 0.44 a	96.89 $\pm$ 0.44 a
	50	78.67 $\pm$ 2.31 b	89.78 $\pm$ 2.22 b	90.67 $\pm$ 1.54 b	92.00 $\pm$ 0.77 ab
	100	77.33 $\pm$ 2.31 b	90.67 $\pm$ 0.77 b	91.56 $\pm$ 2.35 b	93.33 $\pm$ 1.54 b
	150	51.56 $\pm$ 2.35 c	85.33 $\pm$ 0.77 c	85.78 $\pm$ 0.44 c	91.11 $\pm$ 1.94 b
	200	42.67 $\pm$ 2.31 d	78.67 $\pm$ 0.77 d	83.11 $\pm$ 1.18 c	89.78 $\pm$ 1.18 b
	250	37.78 $\pm$ 1.18 d	76.00 $\pm$ 0.77 d	77.78 $\pm$ 0.89 d	83.11 $\pm$ 1.18 c
“津春2号” ‘Jinchun No. 2’	300	2.22 $\pm$ 0.44 e	28.00 $\pm$ 0.77 e	32.00 $\pm$ 0.77 e	47.11 $\pm$ 1.94 d
	0(CK)	94.67 $\pm$ 0.77 a	96.44 $\pm$ 0.44 a	97.33 $\pm$ 0.77 a	97.33 $\pm$ 0.77 a
	50	93.33 $\pm$ 0.77 ab	95.11 $\pm$ 1.18 ab	96.89 $\pm$ 1.18 a	97.78 $\pm$ 0.89 ab
	100	93.33 $\pm$ 0.77 ab	95.56 $\pm$ 1.18 ab	96.00 $\pm$ 1.54 ab	96.89 $\pm$ 0.89 ab
	150	92.00 $\pm$ 0.77 ab	94.67 $\pm$ 0.77 abc	95.56 $\pm$ 0.89 ab	96.89 $\pm$ 1.60 ab
	200	89.78 $\pm$ 2.35 bc	93.78 $\pm$ 0.44 abc	95.11 $\pm$ 1.18 ab	95.11 $\pm$ 1.18 ab
“津春4号” ‘Jinchun No. 4’	250	89.78 $\pm$ 1.18 bc	93.33 $\pm$ 0.77 bc	94.22 $\pm$ 0.44 ab	94.67 $\pm$ 0.77 ab
	300	86.22 $\pm$ 1.60 c	92.00 $\pm$ 0.77 c	92.89 $\pm$ 1.18 b	94.22 $\pm$ 0.44 b
	0(CK)	53.78 $\pm$ 1.60 a	88.00 $\pm$ 1.54 a	94.22 $\pm$ 0.44 ab	94.22 $\pm$ 0.44 a
	50	53.78 $\pm$ 1.18 a	87.56 $\pm$ 1.60 a	90.67 $\pm$ 2.31 a	92.44 $\pm$ 1.18 a
	100	38.22 $\pm$ 1.60 b	81.33 $\pm$ 2.31 a	83.11 $\pm$ 1.94 b	85.78 $\pm$ 0.89 b
	150	4.89 $\pm$ 0.44 c	56.44 $\pm$ 5.01 b	67.11 $\pm$ 5.01 c	76.89 $\pm$ 2.70 c
“津优2号” ‘Jinyou No. 2’	200	2.22 $\pm$ 0.44 cd	46.67 $\pm$ 2.78 c	52.44 $\pm$ 1.93 d	71.11 $\pm$ 0.44 d
	250	3.11 $\pm$ 0.44 cd	43.56 $\pm$ 1.18 c	51.56 $\pm$ 1.18 d	64.44 $\pm$ 1.94 e
	300	0 $\pm$ 0 d	0.89 $\pm$ 0.44 d	0.89 $\pm$ 0.44 e	7.56 $\pm$ 0.44 f
	0(CK)	94.67 $\pm$ 0.77 a	98.67 $\pm$ 0.77 a	98.67 $\pm$ 0.77 a	99.11 $\pm$ 0.44 a
	50	93.78 $\pm$ 0.44 a	95.56 $\pm$ 0.44 b	97.78 $\pm$ 0.44 a	97.79 $\pm$ 0.44 ab
	100	94.67 $\pm$ 0.77 a	96.00 $\pm$ 0.77 b	96.89 $\pm$ 0.44 a	96.44 $\pm$ 1.18 ab
“津优10号” ‘Jinyou No. 10’	150	90.67 $\pm$ 1.54 a	93.78 $\pm$ 0.44 bc	94.22 $\pm$ 0.44 b	95.11 $\pm$ 0.44 bc
	200	92.00 $\pm$ 2.04 a	92.00 $\pm$ 0.77 c	92.89 $\pm$ 0.89 b	93.33 $\pm$ 1.54 cd
	250	80.44 $\pm$ 1.94 b	84.44 $\pm$ 1.18 d	88.00 $\pm$ 1.54 c	91.56 $\pm$ 1.18 d
	300	70.67 $\pm$ 0.77 b	78.67 $\pm$ 0.77 e	81.33 $\pm$ 0.77 d	86.22 $\pm$ 0.89 e
	0(CK)	81.33 $\pm$ 0.77 a	89.33 $\pm$ 0.77 a	90.22 $\pm$ 0.44 a	92.00 $\pm$ 0.77 a
	50	71.11 $\pm$ 0.44 b	83.56 $\pm$ 1.76 b	86.22 $\pm$ 1.94 b	87.56 $\pm$ 1.94 a
	100	67.56 $\pm$ 2.47 b	83.11 $\pm$ 1.18 b	84.89 $\pm$ 0.44 b	87.56 $\pm$ 1.18 a
	150	50.67 $\pm$ 2.78 c	73.33 $\pm$ 2.31 c	80.89 $\pm$ 1.60 c	81.33 $\pm$ 1.54 b
	200	48.89 $\pm$ 1.60 c	68.44 $\pm$ 1.94 d	71.11 $\pm$ 1.18 d	79.56 $\pm$ 0.44 b
	250	41.78 $\pm$ 1.18 d	59.11 $\pm$ 1.18 e	66.67 $\pm$ 1.54 e	70.67 $\pm$ 2.31 c
	300	15.11 $\pm$ 1.18 e	39.56 $\pm$ 0.89 f	40.44 $\pm$ 1.18 f	42.22 $\pm$ 0.44 d

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异达到显著水平,数据为3次重复的平均数。

Note: The different small letters within the same column means significant difference. The data was the average of 3 repetition.

芽势几乎不受 NaCl 胁迫的影响;而“津春 4 号”和“津优 10 号”种子在 NaCl 浓度 200 mM 以上时,发芽势急剧降低,特别是“津春 4 号”在 300 mM NaCl 胁迫下,发芽势几乎为 0;“津园 3 号”的发芽势则居中。

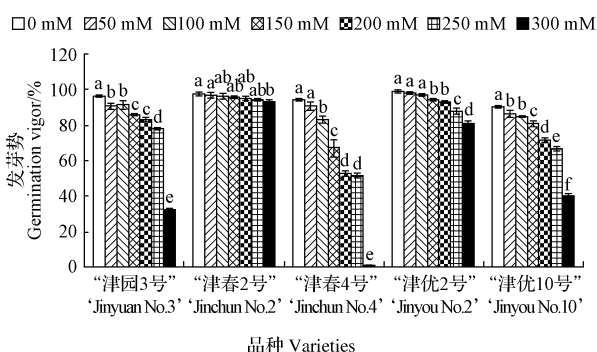


图 1 NaCl 胁迫对黄瓜种子发芽势的影响

Fig. 1 The effect of NaCl stress on the germination vigor of cucumber seeds

## 2.2 NaCl 胁迫对黄瓜种子发芽指数和活力指数的影响

由图 2 可知,除“津春 2 号”的发芽指数几乎不受 NaCl 胁迫的影响外,其它 4 个品种的种子发芽指数均随 NaCl 浓度的提高而明显降低,但不同品种降低的幅度存在明显差异。由表 2 可知,“津春 4 号”发芽指数随 NaCl 浓度的提高降低幅度最大,在浓度为 300 mM NaCl 时其发芽率几乎为 0,“津园 3 号”和“津优 10 号”的降低幅度也较大,“津优 2 号”降低幅度较小。图 2 还显示,黄瓜种子的活力指数在 NaCl 胁迫下均受到明显抑制,特别是“津春 4 号”和“津优 10 号”的活力指数随 NaCl 浓度提高

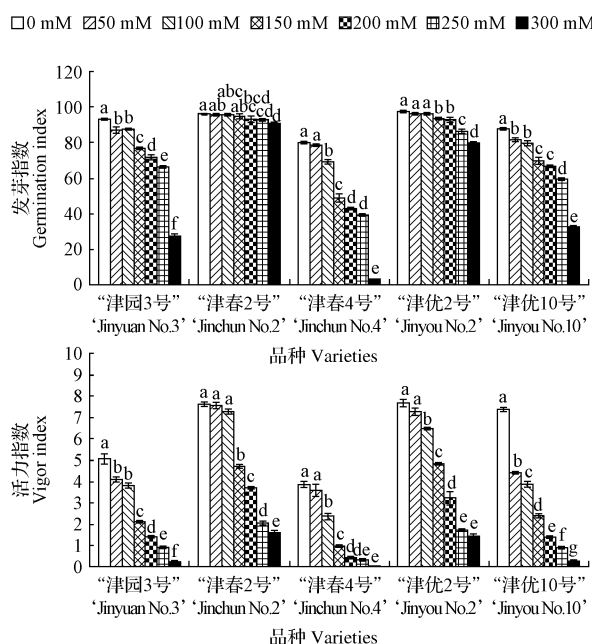


图 2 NaCl 胁迫对黄瓜种子发芽指数和活力指数的影响

Fig. 2 The effects of NaCl stress on the germination index and vigor index of cucumber seeds

而急剧降低,“津园 3 号”和“津优 2 号”的下降幅度也较大,“津春 2 号”的下降幅度最小。此外,种子活力指数的变化还有一个规律,即当 NaCl 胁迫浓度超过 150 mM 时下降幅度明显加剧,说明 150 mM 盐胁迫是黄瓜种子活力指数变化的阈值。

## 2.3 NaCl 胁迫对黄瓜胚根生长的影响

由图 3 和表 2 可知,不同品种黄瓜的胚根长均随 NaCl 胁迫浓度提高而显著降低,且除“津春 4 号”在 300 mM NaCl 胁迫时胚根长几乎为 0;在 50、100、150、200、250、300 mM NaCl 胁迫下黄瓜胚根长分别比 CK 降低约 25%、45%、65%、75%、83% 和 88% 且各处理之间的变化幅度无显著差异。NaCl 胁迫显著抑制了黄瓜一级侧根的萌发,随 NaCl 胁迫浓度提高,不同品种的一级侧根数均显著减少。其中“津春 4 号”一级侧根数随 NaCl 胁迫浓度提高的降低幅度最大,而“津春 2 号”一级侧根数的降低幅度最小,300 mM NaCl 胁迫完全抑制了各品种一级侧根的萌发。除“津春 2 号”的胚根鲜重在 100 mM NaCl 胁迫浓度下几乎不受影响外,参试品种的胚根鲜重均随 NaCl 胁迫浓度提高而显著降低。其中

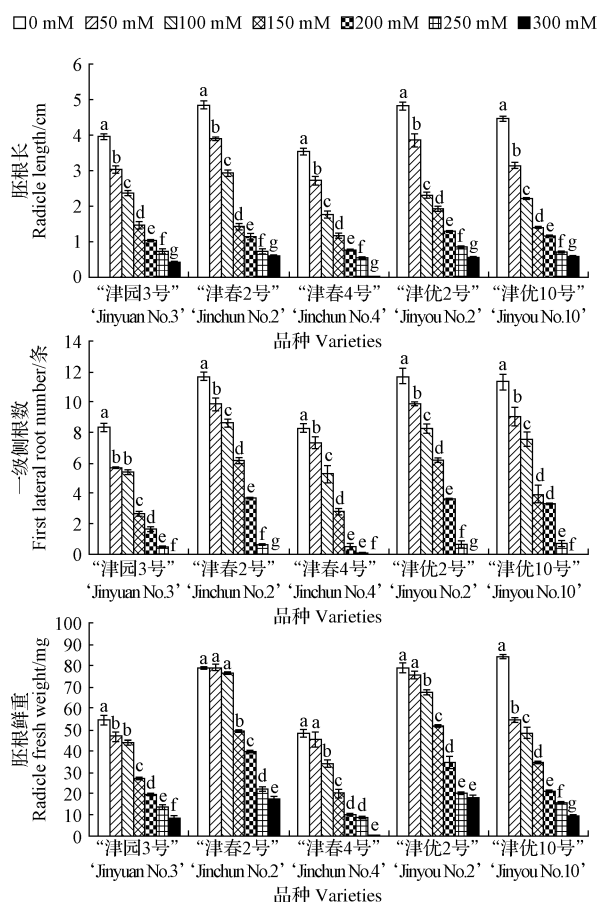


图 3 NaCl 胁迫对黄瓜胚根生长的影响

Fig. 3 The effects of NaCl stress on the growth of cucumber radicles

“津春 4 号”的胚根鲜重随 NaCl 胁迫浓度提高的降低幅度最大,在 300 mM NaCl 胁迫下胚根鲜重几乎为 0;“津优 10 号”的降低幅度次之,“津春 2 号”和“津优 2 号”的降低幅度最小,在 300 mM NaCl 胁迫也只会比 CK 降低了 77%;“津园 3 号”胚根鲜重的降低幅度居中。

表 2 NaCl 胁迫下黄瓜各指标比对照降低的百分数

Table 2 The decreased ratio of different indicators of cucumber under NaCl stress

测定指标 Determined index	NaCl 浓度 NaCl Concentration /mM	比对照降低的百分数 The decreased ratio to CK/%	“津园 3 号” ‘Jinyuan No. 3’	“津春 2 号” ‘Jinchun No. 2’	“津春 4 号” ‘Jinchun No. 4’	“津优 2 号” ‘Jinyou No. 2’	“津优 10 号” ‘Jinyou No. 10’
发芽势 Germination vigor	50	—5.99	—0.46	—3.77	—0.90	—4.43	—5.91
	100	—5.07	—1.37	—11.79	—1.80	—5.91	—5.91
	150	—11.06	—1.83	—28.77	—4.50	—10.34	—10.34
	200	—13.82	—2.28	—44.34	—5.86	—21.18	—21.18
	250	—19.35	—3.20	—45.28	—10.81	—26.11	—26.11
发芽指数 Germination index	300	—66.82	—4.57	—99.06	—17.57	—55.17	—55.17
	50	—6.46	—0.55	—1.43	—1.47	—7.46	—7.46
	100	—6.11	—0.94	—13.53	—1.73	—9.04	—9.04
	150	—17.88	—1.60	—39.14	—4.30	—20.60	—20.60
	200	—23.11	—3.31	—47.04	—5.01	—24.12	—24.12
活力指数 Vigor index	250	—28.78	—3.66	—50.78	—11.49	—33.15	—33.15
	300	—70.50	—5.45	—95.91	—18.69	—62.92	—62.92
	50	—19.47	—0.23	—6.98	—5.49	—39.98	—39.98
	100	—24.62	—4.04	—38.55	—15.73	—47.45	—47.45
	150	—58.71	—38.23	—74.73	—37.11	—67.23	—67.23
胚根长 Radicle length	200	—72.40	—51.29	—88.60	—58.19	—80.96	—80.96
	250	—82.29	—73.11	—90.91	—77.31	—87.59	—87.59
	300	—95.26	—79.03	—100.00	—81.34	—95.93	—95.93
	50	—23.27	—19.33	—23.04	—20.11	—29.57	—29.57
	100	—39.88	—39.34	—49.86	—52.04	—50.19	—50.19
一级侧根数 First lateral root number	150	—63.07	—70.63	—66.95	—59.92	—68.68	—68.68
	200	—73.90	—76.27	—78.38	—72.91	—73.75	—73.75
	250	—81.28	—84.53	—84.14	—82.31	—83.74	—83.74
	300	—88.62	—87.55	—100.00	—88.11	—86.43	—86.43
	50	—31.33	—15.67	—11.29	—15.67	—20.59	—20.59
胚根鲜重 Fresh weight of radicle	100	—35.74	—26.50	—36.29	—29.63	—33.53	—33.53
	150	—68.27	—47.58	—65.73	—47.58	—65.59	—65.59
	200	—80.72	—68.95	—93.95	—68.95	—71.47	—71.47
	250	—93.98	—94.59	—98.79	—94.59	—93.53	—93.53
	300	—100.00	—100.00	—100.00	—100.00	—100.00	—100.00

### 3 讨论与结论

发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数是评价种子发芽情况的常用指标,可以反映种子的发芽速度、发芽整齐度和幼苗健壮的潜力<sup>[9]</sup>。朱志华等<sup>[10]</sup>报道,随盐胁迫强度增大,小麦种子发芽率、发芽指数和活力指数的下降幅度以活力指数最为明显,且其下降幅度与盐浓度间呈显著的正相关关系。邵桂花等<sup>[11]</sup>、赵擅方等<sup>[12]</sup>分

别对大豆、大麦的盐胁迫研究表明,与种子发芽相关的指标在盐胁迫下的受抑制程度依次为活力指数>发芽指数>发芽率。该研究结果也表明,随 NaCl 浓度提高,不同黄瓜品种所测指标的受抑制程度均表现为活力指数>发芽指数>发芽率,这与何欢乐等<sup>[13]</sup>的研究结果一致。因此,认为活力指数可作为黄瓜种子对盐胁迫响应的敏感指标,在实践中可用发芽率、发芽指数和活力指数等指标来筛选萌发期耐盐的黄瓜品种。

同一植物的不同基因型对盐胁迫的响应存在明显差异。Foolad 等<sup>[14]</sup>认为,在一定胁迫条件下植物种子萌发的速率不变或加快,可能存在耐胁迫基因(或特异生理机制)。该研究结果也表明,较低浓度( $\leq 100$  mM) NaCl 对黄瓜种子的萌发影响较小,“津春 2 号”和“津优 2 号”甚至在 150 mM NaCl 胁迫时种子萌发仍不受影响;较高浓度( $> 150$  mM) NaCl 胁迫则对黄瓜种子的萌发表现出强烈的抑制作用。高浓度 NaCl 胁迫下,“津优 2 号”与“津春 2 号”的种子虽仍具有较高的发芽率,但其发芽指数、活力指数、胚根长、胚根鲜重的下降幅度很大。说明尽管耐盐品种在高盐浓度下发芽率较高,但其发芽质量较差。

一般认为,盐胁迫抑制种子萌发的原因有 2 个,一是通过渗透胁迫造成水势降低使种子吸水困难<sup>[15]</sup>,二是通过降低水解酶特别是  $\alpha$ -淀粉酶的活性<sup>[16-17]</sup>,而  $\alpha$ -淀粉酶活性一般会在种子萌发时迅速提高以分解淀粉供幼苗生长。戚乐磊等<sup>[18]</sup>认为,高盐胁迫抑制种子萌发的主要原因是外界高渗透压导致种子吸水不足引起的。该试验只调查了盐胁迫下黄瓜种子的发芽率和胚根生长情况,NaCl 胁迫抑制黄瓜种子萌发的根本原因,有待于深入研究。

有研究表明,随盐浓度提高,黄瓜的根长、根数下降,但较低浓度的影响微弱<sup>[19]</sup>。但该研究中,除“津春 2 号”与“津优 2 号”在 100 mM 浓度以下 NaCl 处理的下胚根鲜重几乎不受影响外,不同品种黄瓜的胚根长、胚根鲜重和一级侧根数等指标均随 NaCl 浓度提高而显著降低。3 个生长指标中以一级侧根数所受影响最大,300 mM NaCl 胁迫下各品种的一级侧根数几乎都为 0;不同品种中则以“津春 4 号”的生长指标所受影响最大,“津春 2 号”所受影响最小。总体而言,各生长指标在盐胁迫下受抑制程度明显大于发芽指标。

许多研究表明,植物对盐胁迫最敏感的时期为发芽期和幼苗期<sup>[20-21]</sup>,而种子发芽率、发芽指数和活力指数可以用来筛选萌发期耐盐的品种<sup>[8,22]</sup>。该研究中,综合种子发芽和胚根生长指标,5 个黄瓜品种种子萌发期的耐盐性依次为“津春 2 号”>“津优 2 号”>“津园 3 号”>“津优 10 号”>“津春 4 号”。但植物耐盐性是受多个基因控制的数量性状<sup>[23]</sup>,且同一植物不同时期的耐盐性并



不完全一致<sup>[24]</sup>。因此,黄瓜种子萌发期的耐盐性能否反映其在田间植株的耐盐性,还有待通过进一步研究来揭示。

### 参考文献

- [1] Yamaguchi T, Blumwald E. Developing salt-tolerant crop plants: challenges and opportunities[J]. Trends in Plant Science, 2005, 10(12): 615-620.
- [2] Zhu J K. Plant salt tolerance[J]. Trends in Plant Science, 2001, 6(2): 66-71.
- [3] 阮海华, 沈文彪, 叶茂炳, 等. 一氧化氮对盐胁迫下小麦叶片氧化损伤的保护效应[J]. 科学通报, 2001, 46(23): 1993-1997.
- [4] 魏国强, 朱祝军, 方学智, 等. NaCl 胁迫对不同品种黄瓜幼苗生长、叶绿素荧光特性和活性氧代谢的影响[J]. 中国农业科学, 2004, 37(11): 1754-1759.
- [5] 张振贤, 喻景权, 于贤昌, 等. 蔬菜栽培学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2008: 138-166.
- [6] 段九菊. 外源亚精胺提高黄瓜幼苗耐盐性的生理调节功能研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2008.
- [7] 余叔文, 汤章城. 植物生理与分子生物学[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 752-766.
- [8] 丁顺华, 邱念伟, 杨洪兵, 等. 小麦耐盐性生理指标的选择[J]. 植物生理学报, 2001, 37(2): 98-102.
- [9] 许耀照, 曾秀存, 卢精林, 等. NaCl 处理对不同品种黄瓜种子萌发的影响[J]. 河西学院学报, 2009, 25(5): 56-58, 83.
- [10] 朱志华, 胡荣海, 宋景芝, 等. 盐胁迫对不同小麦品种种子萌发的影响[J]. 作物品种资源, 1996(6): 25-29.
- [11] 邵桂花, 万超文, 李舒凡, 等. 大豆萌发期耐盐生理初步研究[J]. 作物杂志, 1994(6): 25-27.
- [12] 赵檀方, 闫先喜. 盐胁迫对大麦种子吸胀萌发及根尖细胞结构的影

响[J]. 大麦科学, 1994(4): 17-20.

- [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): 148-153.
- [14] Foolad M R, Lin G Y. Relationships cold-and salt-tolerance during seed germination in tomato: Germplasm evaluation[J]. Plant Breeding, 1999, 118: 45-48.
- [15] 谢德意, 王惠萍, 王付欣. 盐胁迫对棉花种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 种子, 2000(3): 29-30.
- [16] 杨秀玲, 郁继华, 李雅佳, 等. NaCl 胁迫对黄瓜种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2004, 39(1): 6-9.
- [17] 王春林, 张玉鑫, 陈年来. NaCl 胁迫对甜瓜种子萌发的影响[J]. 中国蔬菜, 2006(5): 7-10.
- [18] 戚磊磊, 陈阳, 贾恢先. 盐胁迫下有机及无机硅对水稻种子萌发的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2002, 37(3): 272-278.
- [19] 帕提曼·阿布都热合曼, 秦勇, 林辰壹, 等. NaCl 胁迫对两个黄瓜品种种子发芽与幼苗生长的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2009(2): 79-81.
- [20] Khan M A, Sheith K H. Effects of different levels of salinity on seed germination and growth of *Capsicum annuum*[J]. Biologia Journal, 1996, 22: 15-16.
- [21] 孙小芳, 郑青松, 刘友良. 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, 9(3): 22-25.
- [22] 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.
- [23] Hasegawa M, Bressan R. The dawn of plant salt tolerance genetics[J]. Trends in Plant Science, 2000, 5(8): 317-319.
- [24] 郭望模, 傅亚萍, 孙宗修. 水稻芽期和苗期耐盐指标的选择研究[J]. 浙江农业科学, 2004(1): 30-33.

## Effects of NaCl Stress on the Germination Characteristics of Different Varieties of Cucumber Seeds

HAN Zhi-ping<sup>1</sup>, ZHANG Hai-xia<sup>2</sup>, LIU Yuan<sup>1</sup>, YU Ken-ming<sup>1</sup>

(1. College of Life Science, Shanxi Datong University, Datong, Shanxi 037009; 2. Department of Logistics, Shanxi Datong University, Datong, Shanxi 037009)

**Abstract:** Taking five varieties of cucumber seeds as materials, the effects of different concentration NaCl stress treatments on the seed germination and radicle growth in culture dishes were studied. The results showed that NaCl stress treatments below 200 mM concentration didn't apparently influence the seed germination and radicle growth of cucumber. The seed germination and radicle growth of cucumber were significantly inhibited above 200 mM NaCl, and with increasing NaCl stress concentration, the germination rate, germination vigor, germination index, vigor index of cucumber seeds were drastically reduced, the length and fresh weight of radicle, the number of the first lateral root of cucumber seeds were significantly decreased. Of five cucumber varieties, the depressed degree of the seed germination and radicle growth of 'Jinchun No. 4' and 'Jinyou No. 10', especially 'Jinchun No. 4' by NaCl treatments were larger, which of 'Jinchun No. 2' and 'Jinyou No. 2' were less, which of 'Jinyuan No. 3' was between the above two types.

**Key words:** cucumber seed; salt stress; germination; growth