

# Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>对粳稻发芽和幼苗生长的影响

张荣萍

(西昌学院,四川 西昌 615013)

**【摘要】**以冕粳147、合系22-2两个粳稻品种为材料,研究Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫对粳稻发芽和幼苗生长的影响。结果表明,当Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫浓度≤20mmol/L时,对粳稻种子发芽和幼苗叶片和根系生长有一定促进作用,幼苗叶片中的叶绿素含量略增加;但随着Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫浓度的增加,粳稻种子萌发和幼苗叶片和根系生长受抑制的程度增强。当Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫浓度>60mmol/L时,幼苗叶片的叶绿素含量迅速下降,脯氨酸含量急剧上升。说明,粳稻种子萌发和幼苗生长对Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>的耐受浓度为60mmol/L。

**【关键词】**粳稻;Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫;发芽;幼苗生长

**【中图分类号】**S511.2<sup>2</sup> **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2012)03-0023-04

## 前言

全球大约有8亿公顷以上的土地存在不同程度盐碱化,其中有4.34亿hm<sup>2</sup>的土地是由Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>等碱性盐构成的盐碱土;我国约有2000万公顷盐土和700万公顷的盐碱化土壤,主要分布在北方和沿海地区<sup>[1]</sup>。盐碱土中过量的盐离子对植物生长的危害主要表现在三个方面,即水分胁迫、干扰养分平衡和毒害<sup>[2,3]</sup>。而水稻是由淡水沼泽植物演化而来,属于不耐盐的植物,所以土壤盐碱化成为影响水稻生产稳定发展的主要因素之一。目前国内外学者对水稻耐盐性做了大量研究工作,但多以滨海盐土或NaCl中性盐溶液作为选择压力<sup>[4-7]</sup>,而关于Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫对粳稻发芽和幼苗生长的报道还较少。本试验对不同浓度Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫下粳稻发芽和幼苗的一些形态和生理指标进行研究,探讨粳稻萌发和幼苗生长对Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫的响应,希望为粳稻耐盐碱的鉴定和大田播种秧田选择提供一些理论参考。

## 1 试验材料和方法

### 1.1 供试材料

供试品种为冕粳147、合系22-2,试验材料均由西昌学院高原及亚热带作物研究所提供。

### 1.2 试验方法

试验于2010年在西昌学院生理实验室进行。

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>溶液浓度设0(蒸馏水,对照)、20mmol/L、40mmol/L、60mmol/L四个水平,分别在直径为15cm的铺有洗净河沙的培养皿中加入20mL上述Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>溶液,将浸种消毒后的种子每一品种选择健壮饱满种子70粒摆放在培养皿中,三次重复,然后放入26℃恒温培养箱进行培养。

### 1.3 测定项目及方法

#### 1.3.1 芽期指标测定

每天观察记载种子萌发情况及发芽数,至发芽数不再增加为止,并计算发芽势、发芽率。种子萌发4天后,分别从培养皿中随机选取10株幼苗,测量种子的芽长、芽鞘长和胚根长。

#### 1.3.2 幼苗指标测定

幼苗培养7天后,每处理选取长势均匀的10株测定苗高、根数、叶面积、干物质重;另选取长势均匀的10株幼苗,测定叶片叶绿素含量(丙酮-乙醇混合法)<sup>[8]</sup>和脯氨酸含量(酸性茚三酮比色法测定)<sup>[8]</sup>。

### 1.4 数据分析

所测数据在Excel和spss11.0中进行处理和分

## 2 结果与分析

### 2.1 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫对粳稻发芽的影响

#### 2.1.1 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫对粳稻发芽率和发芽势的影响

表1 不同浓度Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫下粳稻的发芽势和发芽率

品种	发芽势(%)				发芽率(%)			
	对照	20	40	60	对照	20	40	60
冕粳147	84.00a	86.33a	51.33b	14.00c	89.67a	91.71a	74.24b	18.67c
合系22-2	90.12a	91.67a	60.00b	39.31c	92.73a	93.33a	80.36b	47.33c

由表1可知,在Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫下,当Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>浓度≤20mmol/L时,两个粳稻品种的发芽势和发芽率均比对照有所提高,但差异不显著;但随着Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>浓度的增加,两个粳稻品种的发芽势和发芽率均呈不同

程度的降低。在60mmol/L高浓度下粳稻发芽势和发芽率迅速下降,冕粳147的发芽势和发芽率比对照分别下降了83.33%和79.18%,合系22-2的发芽势和发芽率比对照分别下降了56.38%和48.96%。

收稿日期:2012-05-15

作者简介:张荣萍(1980-),女,云南建水人,博士研究生,讲师,主要从事作物栽培生理研究。

相关分析表明,发芽势和发芽率均与浓度呈极显著负相关(相关系数 $r$ 分别为 $-0.9388^{**}$ 、 $-0.8378^{**}$ )。可见低浓度的 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 促进粳稻种子萌发,高浓度的 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 则抑制粳稻种子萌发。且粳稻种子发芽势比发芽率对 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫浓度更敏感。

2.1.2  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫对粳稻芽期一些形态指标的影响

不同浓度 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫下,当 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 浓度 $\leq 20\text{mmol/L}$ 时,两个粳稻品种的芽长、芽鞘长和胚根长均比对照略有增加,但差异不显著;当 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 浓度 $>40\text{mmol/L}$ 时,粳稻芽长、芽鞘长和胚根长均随着胁迫浓度的增加而降低,与对照差异均达显著水平(表2)。与对照相比,在 $40\text{mmol/L}$ 浓度下冕粳147和合系22-2芽长分别下降了57.28%和50.82%,芽鞘长分别下降了41.65%和25.42%,胚根长分别下降了60.38%和52.90%;在 $60\text{mmol/L}$ 浓度下冕粳147和

合系22-2芽长分别下降了75.73%和68.03%,芽鞘长分别下降了68.83%和42.37%,胚根长分别下降了79.62%和74.90%,且两个粳稻品种均出现了烂秧现象。在同一 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 浓度胁迫下,三个芽期形态指标的变化幅度:胚根长 $>$ 芽长 $>$ 芽鞘长,说明胚根长较芽长和芽鞘长对 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫更敏感。相关分析也表明,芽长、芽鞘长和胚根长均与浓度呈极显著负相关(相关系数 $r$ 分别为 $-0.9681^{**}$ 、 $-0.9351^{**}$ 和 $-0.9944^{**}$ )。可见,低浓度的 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 对粳稻种子发芽和胚根生长有一定的促进作用,高浓度 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 抑制粳稻种子发芽和胚根生长,且抑制程度随胁迫浓度增加而增强。从不同品种来看,不同浓度 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫下,合系22-2芽长、芽鞘长和根长变化幅度较冕粳147小,表明冕粳147对 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫更敏感。

表2 不同浓度 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫下粳稻的芽长、芽鞘长和胚根长

品种	芽长(cm)				芽鞘长(cm)				胚根长(cm)			
	对照	20	40	60	对照	20	40	60	对照	20	40	60
冕粳147	1.03a	1.10a	0.44b	0.25c	0.77a	0.80a	0.45b	0.24c	2.60a	2.74a	1.03b	0.53c
合系22-2	1.22a	1.29a	0.60b	0.39c	0.59a	0.62a	0.44b	0.34c	2.59a	2.62a	1.22b	0.65c

2.2  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫对粳稻幼苗生长的影响

2.2.1  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫对粳稻幼苗形态指标的影响

从表3可见,不同浓度 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫下,当 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 浓度 $\leq 20\text{mmol/L}$ 时,两个粳稻品种的苗高和根数均比对照略有增加,但差异不显著;当 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 浓度 $>$

$20\text{mmol/L}$ 时,粳稻苗高和根数均随着胁迫浓度的增加而降低,差异显著,且当 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 浓度 $>60\text{mmol/L}$ 时,下降幅度迅速增加(冕粳147和合系22-2苗高分别下降了58.88%和55.62%,根数分别下降了62.50%和60.0%),随生育进程推进出现幼苗死亡现象。

表3 不同浓度 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫下幼苗的苗高和根数

品种	苗高(cm)				根数(株)			
	对照	20	40	60	对照	20	40	60
冕粳147	10.58a	10.96a	6.78b	4.35c	8a	9a	5b	3c
合系22-2	13.79a	14.02a	10.13b	6.12c	10a	11a	7b	4c

表4可以看出,当 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 浓度 $\leq 20\text{mmol/L}$ 时,两个粳稻品种的叶面积和干物重均比对照略有增加,但差异不显著;当 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 浓度 $>20\text{mmol/L}$ 时,粳稻叶面积和干物重均比对照显著降低,且随着胁迫浓度的增加降低幅度增大。当 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 浓度 $>60\text{mmol/L}$ 时,冕粳147和合系22-2叶面积分别下降了58.33和46.42个百分点,干物重分别下降了75.68和64.74个百分点。

相关分析也表明,苗高、根数、叶面积和干物重均

与浓度呈极显著负相关(相关系数 $r$ 分别为 $-0.8830^{**}$ 、 $-0.9243^{**}$ 、 $-0.8511^{**}$ 和 $-0.9284^{**}$ )。可见,高浓度的 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 抑制粳稻幼苗叶片和根系生长,并随着 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 浓度的增加抑制作用增强;且在同一 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 浓度胁迫下,根数的变化幅度较苗高和叶面积大,说明粳稻幼苗根系生长较地上叶片对 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫更为敏感。从不同品种来看,不同浓度 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫下,合系22-2苗高、根数、叶面积和干物重变化幅度较冕粳147小,表明冕粳147对 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫更敏感。

表4 不同浓度 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫下幼苗的叶面积和干物重

品种	叶面积( $\text{cm}^2/\text{株}$ )				干重( $\text{mg}/\text{株}$ )			
	对照	20	40	60	对照	20	40	60
冕粳147	2.52a	2.61ab	1.92b	1.05c	12.09a	12.31a	8.61b	2.94c
合系22-2	3.21a	3.40a	2.51b	1.72c	14.52a	14.67a	10.10b	5.12c

### 2.2.2 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫对粳稻幼苗一些生理指标的影响

表5可以看出,不同浓度Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫下,当Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>浓度≤20mmol/L时,两个粳稻品种幼苗叶片的叶绿素a和叶绿素b均比对照略有增加,但差异不显著;当Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>浓度>20mmol/L时,粳稻幼苗叶片的叶绿素a和叶绿素b均随着胁迫浓度的增加而降低,且当Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>浓度>60mmol/L时,叶绿素含量迅速下降(冕粳147和合系22-2叶绿素a分别下降了64.88%和48.12%,叶绿素b分别下降了66.29%和51.76%)。相关分析表明,叶绿素a和叶绿素b均与浓度呈极显著负相关(相关系数r分别为-0.9714\*\*和-0.9706\*\*)。Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫下叶绿素b含量比叶绿素a变化幅度大。由于叶绿素a主要呈现为绿色,叶绿素b主要表现为黄色。这说明幼苗叶色随着Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>浓度的增加而不断变黄<sup>[9]</sup>。可见,低浓度下,叶绿素a和叶绿素b含量较高,可增加幼苗叶片光合作用,高浓度胁迫下幼苗叶片光合作用受抑制,并

随着Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>浓度的增加抑制作用增强。从不同品种来看,不同浓度Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫下,合系22-2叶绿素含量变化幅度较冕粳147小,表明冕粳147对Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫更敏感。

在Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫过程中,粳稻体内的游离脯氨酸作为一种调渗物质起平衡细胞代谢的作用,以维持细胞内环境的相对稳定<sup>[10]</sup>。从表5可知,当Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>浓度<20mmol/L时,脯氨酸含量增加不显著;但当Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>浓度>40mmol/L时,随Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>浓度的增加,两个粳稻品种的脯氨酸含量迅速增加。40mmol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>浓度时冕粳147和合系22-2脯氨酸含量是对照的1.92和1.62倍;60mmol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>浓度时冕粳147和合系22-2脯氨酸含量是对照的2.62和2.15倍。相关分析表明,脯氨酸含量与浓度呈极显著正相关(相关系数r为0.9824\*\*)。说明,随着Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫浓度的增加,粳稻叶片脯氨酸积累增多,叶片细胞渗透调节作用增强。

表5 不同浓度Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>下粳稻的叶绿素和脯氨酸含量

品种	chl a(mg/g)				chl b(mg/g)				脯氨酸(umol/g)			
	对照	20	40	60	对照	20	40	60	对照	20	40	60
冕粳147	3.36a	3.55a	2.06b	1.18c	0.89a	1.01a	0.42b	0.30b	7.6a	8.04a	14.62b	19.89c
合系22-2	2.93a	3.11a	2.17b	1.52c	0.85a	0.97a	0.55b	0.41b	9.61a	10.25a	15.61b	20.65c

## 3 讨论

### 3.1 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫对粳稻种子萌发的影响

本试验结果表明,在Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫下,当浓度≤20mmol/L时,粳稻种子的发芽势、发芽率、芽长、芽鞘长和胚根长均有不同程度的增加,说明20mmol/L浓度的Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>对粳稻种子萌发有一定的促进作用,20mmol/L可作为促进粳稻种子萌发的最适Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>浓度。但当Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫浓度>40mmol/L时,随浓度增加发芽势、发芽率、芽长、芽鞘长和胚根长显著降低,发芽速度变慢,60mmol/L时出现烂秧现象,表明高浓度会抑制粳稻种子发芽,且抑制程度随胁迫浓度增大而增强,粳稻种子萌发对Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫的耐受浓度为60mmol/L。本研究还表明粳稻种子发芽势较发芽率对Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫更敏

感,胚根长较芽长和芽鞘长对Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫更敏感。

### 3.2 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫对粳稻幼苗生长的影响

在Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫下,粳稻幼苗的苗高、根数、叶面积、干物重、叶片叶绿素含量均与浓度呈极显著负相关,脯氨酸含量与浓度呈极显著正相关。但在Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫≤20mmol/L时,粳稻幼苗的苗高、根数、叶面积、干物重、叶片叶绿素含量均有不同程度的增加,说明低浓度的Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>可以促进粳稻幼苗叶片和根系的生长,高浓度尤其是当Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>浓度大于60mmol/L时则会显著抑制幼苗叶片和根系生长,降低叶片光合能力,提高脯氨酸积累,这与刘建新等研究结果相似<sup>[11,12]</sup>。表明粳稻幼苗叶片和根系对Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫的耐受浓度为60mmol/L。

### 注释及参考文献:

- [1]牛东玲,王启基.盐碱地治理研究进展[J].土壤通报,2002,33(2):449-455.
- [2]祁栋灵,韩龙植,张三元.粳稻耐盐/碱性鉴定评价方法[J].植物遗传资源学报,2005(6):226-230.
- [3]祁栋灵,张三元.粳稻发芽期和幼苗前期耐盐性的鉴定方法[J].研究植物遗传资源学报,2006,7(1):74-80.
- [4]方良俊,凌大炯,吴志荣,等.耐盐粳稻品种的主要性状分析[J].湛江海洋大学学报,2001,21(2):66-68.
- [5]阮松林,薛庆中.盐胁迫条件下杂交粳稻种子发芽特性和幼苗耐盐生理基础[J].中国水稻科学,2002,16(3):281-284.
- [6]顾兴友,郑少玲.盐浓度对水稻苗期耐盐指标变异度的影响[J].华南农业大学学报,1998,19(1):30-34.
- [7]金美芳,何菊芬.NaCl胁迫对水稻(Oryza sativa)种子萌发和幼苗生长的影响[J].福建师大福清分校学报,2010(2):6-10.
- [8]李合生,孙群,赵世杰.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000,7.

- [9]梁正伟,杨富,王志春,等.盐碱胁迫对水稻主要性状的影响[J].生态环境,2004,13(1):43-46.
- [10]赵福庚,何龙飞,罗庆云.植物逆境生理生态学[M].北京:化学工业出版社,2004:66.
- [11]李红梅,金素荣.盐碱对水稻生产的危害及防治措施[J].垦殖与稻作,2003(5):35-36.
- [12]刘建新,王鑫.王金成黑麦草幼苗对NaHCO<sub>3</sub>胁迫的生理响应[J].干旱地区农业研究,2012,30(1):138-148.

## Effects of Carbonate Alkali Stress on Germination and Seedling Growth of Japonica Rice

ZHANG Rong-ping

(Xichang College, Xichang, Sichuan 615013)

**Abstract:** Effects of Carbonate Alkali stress on germination and seedling growth in Japonica rice were studied with two Japonica rice of Mianjing 147 and Hexi22-2. The results showed that when the concentrations of Carbonate Alkali below 20 mmol/L, the Carbonate Alkali stress has some facilitation to the germination and seedling growth of Japonica rice, and the chlorophyll contents of leaf was increased a little than that of control. But the degree of inhibition of the germination and the growth of leaf and root of Japonica rice was increased with increasing concentration of Carbonate Alkali. When the concentrations of Carbonate Alkali above 60 mmol/L, the chlorophyll contents of leaf was decreased rapidly, and the content of proline in leaf was rapidly increased. The results indicated that the tolerance concentrations of Carbonate Alkali was 60 mmol/L to germination and seedling growth of Japonica Rice.

**Key words:** Japonica rice; Carbonate alkali stress; Germination; Seedling growth

---

(上接19页)

## Analysis of Current Production and Development Countermeasures of Virus-free Seeds Potato of Sichuan Province

LI Pei-hua<sup>1</sup>, CAI Guang-ze<sup>1</sup>, PU Jin<sup>2</sup>, CHEN Cong-shun<sup>1</sup>, ZHANG Wen-you<sup>1</sup>, ZHENG Chuan-gang<sup>1</sup>  
(1.Xichang College, Xichang, Sichuan 615013; 2.Xichang Daying Farm, Xichang, Sichuan 615000)

**Abstract:** This text analyzes in detail the current situation of virus-free seed potato production in Sichuan province and gives some proposals on the potential, advantage and development of the virus-free seed potato industrialization in Sichuan province. The future trend of the seed potato production system is supposed to be that the technique becomes more mature, more stable and more simplified, and the breeding period cycle becomes shorter and more effective than before. The formal seed potato supply system can provide a reliable guarantee for the quality of seed potatoes.

**Key words:** Potato; Virus-free seed potato; Seed supply system; Production status; Potential and advantage; Countermeasures