

26-30

第26卷 第1期
1998年2月西北农业大学学报
Acta Univ. Agric. Boreali-occidentalisVol. 26 No. 1
Feb. 1998⑦
NaCl 胁迫对作物幼苗氮素吸收和累积的影响

田霄鸿 李生秀 刘建利 侯继华

(西北农业大学资源与环境科学系, 陕西杨凌 712100)

摘 要 采用黄瓜、菠菜、大豆幼苗进行水培试验, 研究其在 NaCl 胁迫下对氮素的吸收和累积。结果表明, NaCl 胁迫下, 黄瓜和菠菜幼苗的生长受到显著抑制, 吸收和累积 NO_3^- 的量显著下降; 而大豆几乎不受影响。以 NH_4^+-N 为氮源时, 大豆对 NH_4^+ 的吸收受到抑制。3 种作物吸收 Cl^- 和 Na^+ 的速率远高于吸氮速率。

关键词 盐胁迫, 作物幼苗, NO_3^- 吸收和累积, NH_4^+ 吸收

氮吸收 氮累积

中图分类号 S158.3, Q945.12

不少研究表明^[1~4], 盐胁迫会使禾本科作物 NO_3^--N 的吸收、还原及同化过程受到不同程度的影响, 但尚未见到盐胁迫下蔬菜和豆科作物吸收和累积氮素的研究报道。本研究以大豆、黄瓜和菠菜为供试材料进行水培试验, 旨在探讨一般认为不耐盐的豆类和蔬菜作物在盐胁迫下的氮素营养情况。

1 材料与方法

1.1 育苗

将经过精选和消毒处理的黄瓜、菠菜和大豆种子浸泡数小时后, 摆放在培养皿内湿滤纸上发芽。胚根伸长 2 cm 后移至尼龙网孔内, 使胚根浸于盛有 0.2 mmol/L CaSO_4 的容器内, 继续培养。每天通气 1 次, 照光 12 h, 隔 3 d 更换 1 次 CaSO_4 溶液。

1.2 盐胁迫试验

1.2.1 以 NO_3^- 为氮源的盐胁迫 大量元素采用霍格兰营养液(一), 但以柠檬酸铁代替酒石酸铁^[5]。配方中 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, KNO_3 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KH_2PO_4 和柠檬酸铁分别为 1.18, 0.51, 0.49, 0.14 和 0.006 g/L。微量元素采用大泽营养液配方^[6], 其中 H_3BO_3 , $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, H_2MoO_4 分别为 2.86, 1.54, 0.22, 0.08, 0.02 mg/L。营养液不含 Cl^- 和 Na^+ , NO_3^--N 浓度为 12 mmol/L。

盐胁迫试验设在营养液中 NaCl 含量分别为 0(CK), 20, 5, 41, 0, 61, 5 mmol/L, 共 4 个处理。将加入 NaCl 或 CK 的营养液盛于棕色玻璃瓶内。每个处理又分为有、无植物两种情况。无植物时仅设 1 个重复作为用差减法计算离子吸收量时的对照; 有植物时黄瓜和菠菜分别重复 3 次, 大豆重复 6 次, 3 种幼苗苗龄均为 12 d, 定植时黄瓜、菠菜、大豆密度依次为 15, 10, 10 株/瓶。在自制人工生长室内进行培养, 每天用光照度为 7 000 lx 的日光灯照光 12 h。

收稿日期 1997-07-16

课题来源 陕西省农业发展办公室和杨凌科学基金资助项目

作者简介 田霄鸿, 男, 1967 年生, 讲师, 在读博士

培养4 d后观察幼苗形态,测定营养液中 Cl^- 、 Na^+ 、 NO_3^- 的减少量以及植株中 NO_3^- 的累积量。

1.2.2 以 NH_4^+ 为氮源的盐胁迫 大量元素按68.5 mg/L KH_2PO_4 、198 mg/L $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、174 mg/L K_2SO_4 、246 mg/L $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、172 mg/L $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和6 mg/L 柠檬酸铁进行配制^[7],微量元素配方同1.2.1。营养液配好后用KOH调节pH至7。同样,营养液不含 Cl^- 和 Na^+ , NH_4^+ -N浓度为3.0 mmol/L。

营养液中分别加入NaCl的浓度为0(CK)、8.5、17.0 mmol/L,共3个处理,每个处理也分为有、无植物两种情况。有植物时定植20 d苗龄的大豆植株,重复4次。共培养5 d。其余步骤同1.2.1。

1.3 化学分析

Cl^- 用莫尔法测定^[8], Na^+ 用火焰光度计法测定,营养液中 NH_4^+ -N和 NO_3^- -N用连续流动分析仪测定,植株体内 NO_3^- 经研磨、离心后,吸取上清液在连续流动分析仪上测定。

2 试验结果

2.1 NaCl胁迫对幼苗生长的影响

形态观察表明,与未加NaCl处理同比,黄瓜20.5 mmol/L NaCl处理的部分植株叶片出现萎蔫,41.0与61.5 mmol/L NaCl处理者,叶片呈现萎蔫;菠菜41.0与61.5 mmol/L NaCl处理叶片全部萎蔫。不论以 NO_3^- 为氮源,还是以 NH_4^+ 为氮源,用NaCl处理大豆幼苗均出现不同程度的萎蔫。

盐处理不仅影响作物叶片形态,更重要的是使幼苗生长量受到不同程度抑制。NaCl处理对不同部位的抑制程度不尽相同;以 NO_3^- 为氮源时,茎鲜重下降最突出,根系和叶片受抑制程度较弱;以 NH_4^+ 为氮源时,叶片受抑制程度最大,茎次之,根部几乎不受影响(表1,2)。

表1 不同NaCl处理对大豆植株生长的影响

氮源	NaCl (mmol/L)	鲜重(g/株)				生长抑制(%)			
		总鲜重	根	茎	叶	全株	根	茎	叶
NO_3^- -N	0(CK)	1.494±0.082 A	0.290±0.041 a	0.606±0.033 A	0.598±0.046 A	—	—	—	—
	20.5	1.394±0.079 A	0.243±0.013 b	0.596±0.057 A	0.555±0.041 A	—	16.15	—	—
	41.0	1.201±0.061 B	0.254±0.026 b	0.395±0.016 B	0.552±0.034 A	19.62	12.46	34.80	—
	61.5	1.044±0.077 B	0.253±0.033 b	0.306±0.034 C	0.485±0.036 B	30.10	12.80	49.43	18.89
NH_4^+ -N	0(CK)	1.220±0.070 a	0.214±0.029 a	0.556±0.020 a	0.451±0.039 A	—	—	—	—
	8.5	1.183±0.134 a	0.233±0.024 a	0.531±0.051 ab	0.420±0.066 A	—	—	—	—
	17.0	0.973±0.133 b	0.219±0.024 a	0.473±0.068 b	0.282±0.059 B	20.21	—	14.99	37.51

注:生长抑制(%)=(对照鲜重-处理鲜重)/对照鲜重×100%、与对照差异未达显著者未计算此值,下表同。

表 2 不同 NaCl 处理对黄瓜和菠菜幼苗生长的影响(NO_3^- 为氮源)

NaCl (mmol/L)	鲜重(g/株)		生长抑制(%)	
	黄瓜	菠菜	黄瓜	菠菜
0(CK)	0.241±0.029 A	0.051±0.018 A	—	—
20.5	0.111±0.007 B	0.039±0.007 AB	54.06	22.49
41.0	0.107±0.013 B	0.024±0.003 B	55.28	52.67
61.5	0.111±0.009 B	0.021±0.004 B	53.90	57.99

2.2 NaCl 对 3 种幼苗吸收和累积 NO_3^- 的影响

NaCl 胁迫下,以 NO_3^- -N 为氮源,黄瓜和菠菜吸收 NO_3^- 的能力显著受到抑制(表 3)。大豆与两种蔬菜作物不同,在 61.5 和 41.0 mmol/L NaCl 浓度下,吸收 NO_3^- 的能力与对照几乎一致,表明大豆有较强的抗盐渍能力(表 3)。

表 3 NaCl 处理对作物 NO_3^- 吸收量的影响 $\mu\text{mol} \cdot \text{株}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$

NaCl(mmol/L)	大豆	黄瓜	菠菜
0(CK)	6.88±0.77 A	2.83±0.21 A	0.55±0.15 A
20.5	4.27±0.60 B	1.06±0.50 B	0.26±0.09 B
41.0	6.46±1.78 A	0.57±0.10 B	0.23±0.10 B
61.5	6.09±1.52 AB	0.57±0.25 B	0.14±0.07 B

从累积的 NO_3^- -N 看,3 种幼苗有相同的规律,随 NaCl 浓度增加,累积量减少,但不同作物间仍有差异。黄瓜和菠菜 NO_3^- -N 的累积,与吸收的规律一致,吸收少,累积量随之下降。大豆的累积与吸收情况不同。在不同 NaCl 浓度下,吸收无显著差别,而累积差别明显。造成后一现象的原因似乎在于介质 NaCl 浓度较高时,有利于吸收的 NO_3^- 的还原和合成有机化合物,这还需进一步用严格的试验证明。另外,随盐胁迫程度加剧,大豆幼苗各部分中根与茎 NO_3^- -N 累积量下降幅度较大(表 4)。

表 4 NaCl 处理对作物 NO_3^- 累积量的影响 $\mu\text{mol} \cdot \text{株}^{-1}$

NaCl (mmol/L)	大豆				黄瓜	菠菜
	根	茎	叶	整株		
0(CK)	4.36±0.54 A	12.83±3.49 a	4.50±0.86 a	21.68±3.82 A	9.74±1.69 A	2.82±0.87 A
20.5	1.73±0.11 B	7.24±1.44 b	3.29±1.03 b	12.24±2.42 B	2.80±0.66 B	1.10±0.07 B
41.0	1.65±0.19 B	5.36±0.48 bc	2.06±0.61 c	9.07±1.06 B	2.19±0.32 B	0.70±0.07 B
61.5	1.88±0.31 B	4.67±0.51 c	3.09±1.31 bc	9.64±1.64 B	1.94±0.53 B	0.90±0.31 B

表 5 NaCl 胁迫对 3 种幼苗吸收 Cl^- 和 Na^+ 的影响 $\mu\text{mol} \cdot \text{株}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$

NaCl (mmol/L)	Cl^-			Na^+		
	大豆	黄瓜	菠菜	大豆	黄瓜	菠菜
0(CK)	0	0	0	0	0	0
20.5	37.89±14.02 C	14.22±5.39 B	10.33±1.63 A	43.13±12.01 C	58.33±26.95 A	19.20±7.38 B
41.0	60.56±7.60 B	21.11±5.09 A	—	67.68±12.19 B	51.89±1.23 A	—
61.5	87.56±7.13 A	27.56±1.02 A	14.33±5.13 A	99.25±20.92 A	53.29±17.67 A	37.0±26.4 A

3 种作物幼苗对 Cl^- 与 Na^+ 的吸收测定结果表明(表 5),加入 NaCl 后,大豆和菠菜吸收的 Na^+ 、 Cl^- 量随营养液中 NaCl 含量增加而增加,而黄瓜吸 Na^+ 量在 3 种 NaCl 浓度间

相差不大,吸 Cl^- 量则呈下降趋势。

2.3 NaCl 胁迫对大豆幼苗吸收 NH_4^+ , Cl^- 和 Na^+ 的影响

测定表明(表6), NH_4^+ 为氮源、介质中 NaCl 浓度为 8.5 mmol/L 时,大豆幼苗吸收的 NH_4^+ -N 比对照减少 33.9%; NaCl 浓度为 17.0 mmol/L 时,几乎不吸收 NH_4^+ -N,结果营养液中 NH_4^+ -N 浓度高于未放植株时的对照。这与以 NO_3^- -N 为氮源时截然不同。大豆吸收的 Cl^- 和 Na^+ 量随 NaCl 含量提高而增加。以 NH_4^+ -N 为氮源时,根、茎、叶 3 部分中均未检测出 NO_3^- -N。

表6 NaCl 处理对大豆幼苗吸收 NH_4^+ , Cl^- 和 Na^+ 的影响 $\mu\text{mol} \cdot \text{株}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$

NaCl(mmol/L)	NH_4^+ -N	Cl^-	Na^+
0(CK)	$1.80 \pm 0.39 \text{ A}$	0	0
8.5	$1.19 \pm 0.21 \text{ B}$	$18.15 \pm 4.21 \text{ B}$	$25.95 \pm 8.20 \text{ B}$
17.0	-0.56 ± 0.14	$48.85 \pm 5.80 \text{ A}$	$62.90 \pm 8.20 \text{ A}$

注:负值表示定植大豆幼苗时营养液中 NH_4^+ -N 减去无植物时营养液中的 NH_4^+ 量而计算出的 NH_4^+ 或酰胺的外溢速率。

3 讨 论

NaCl 胁迫对 NO_3^- 吸收的抑制作用,迄今有各种不同的解释。Bottacin et al.^[3]认为, NO_3^- 和 Cl^- 之间吸收时存在着拮抗作用;而 Aslam^[2]则认为是 NO_3^- 载体受到抑制的结果。本研究表明,NaCl 胁迫也会抑制大豆对 NH_4^+ -N 的吸收。3 种幼苗对 Cl^- 和 Na^+ 的吸收速率高于氮素。已有研究表明^[2,4],过量的 Na^+ 和 Cl^- 进入作物体内后,会造成代谢系统紊乱,抑制植物正常生长并造成伤害。本研究中发现,以 NH_4^+ 为氮源,介质中 NaCl 浓度为 17.0 mmol/L 时,有 NH_4^+ 或酰胺类物质的外渗。似乎在 NaCl 胁迫下,幼苗中部分可溶性蛋白分解,有游离酰胺和铵从根部向介质中外溢。

参 考 文 献

- 1 Levitt J. Response of Plants to Environmental Stress. New York: Academic Press, 1980: 365
- 2 Aslam M, Huffaker R C, Rains D W. Early Effects of Salinity on Nitrate Assimilation in Barley Seedlings. Plant Physiology, 1984(76): 321~325
- 3 Bottacin A, Cacco G, Saccomani M. Nitrogen Absorption and Assimilation in NaCl-resistant and NaCl-susceptible Millet Genotypes (Pennisetum Americanum). The Canadian Journal of Botany, 1985(63): 517~520
- 4 龚 明, 赵方杰, 吴颂如等. NaCl 胁迫对大麦硝酸盐吸收和有关的酶活性的影响. 植物生理学通讯, 1990(2): 13~16
- 5 西北农业大学, 华南农业大学主编. 农业化学研究法. 北京: 农业出版社, 1984: 93
- 6 高祖明, 李式军, 索长江等. 硝酸态氮及亚硝酸态氮在不同 pH 条件下对蔬菜生长的影响. 南京农业大学学报, 1986(2): 60~75
- 7 连兆煌主编. 无土栽培原理与技术. 北京: 农业出版社, 1994: 59
- 8 南京农业大学主编. 土壤农化分析. 北京: 农业出版社, 1986: 132~133

Influences of NaCl Stress on Nitrogen Uptake and Accumulation of Soybeans, Spinach and Cucumber Seedlings

Tian Xiaohong Li Shengxiu Liu Jianli Hou Jihua

(Department of Natural Resources and Environment Protection, Northwestern
Agricultural University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract Solution culture experiments were conducted with soybean, cucumber and spinach to study the effect of NaCl stress on their uptake and accumulation of N. The results obtained show that under NaCl stress, the growth of soybean, spinach and cucumber seedlings were dramatically inhibited. The uptake and accumulation of NO_3^- -N by spinach and cucumber seedlings was greatly decreased. However, the influence of NaCl stress on soybean uptake of NO_3^- -N was negligible. NH_4^+ -N uptake was inhibited when NH_4^+ -N alone supplied as nitrogen source. The Cl^- and Na^+ uptake rate by the three crops was much higher than that of nitrogen.

Key words NaCl stress, crop seedling, NO_3^- -N uptake and accumulation, NH_4^+ -N uptake