

盐胁迫对叶用莴苣生长与品质的影响

柳国强, 谢爱方, 林多, 杨延杰

(青岛农业大学 园艺学院, 青岛市遗传改良与育种重点实验室, 山东 青岛 266109)

摘 要:以叶用莴苣“卡罗娜”为试材,采用盆栽沙培方式,以 Hoagland 营养液提供养分,设 4 个 NaCl 溶液浓度(30、60、120、240 mmol·L⁻¹)的盐胁迫处理,以清水为对照,浇灌 NaCl 溶液模拟滨海盐碱地环境,研究其对叶用莴苣生长、生理指标和品质的影响。结果表明:盐胁迫下,莴苣的叶片数净增加量和单株鲜质量均出现显著降低现象;随盐胁迫浓度增加,叶片丙二醛和脯氨酸含量持续增加;而根系活力、硝态氮和营养物质均在低盐下呈升高趋势,随着盐浓度的升高呈现显著下降趋势;盐胁迫抑制莴苣的正常生长,但在低于 60 mmol·L⁻¹浓度时与对照相比,差异不显著;表明低盐浓度胁迫下,并不会对莴苣品质产生影响;而高盐下,由于植株生理代谢异常,导致形态建成和品质显著降低。

关键词:莴苣;盐胁迫;品质;生长

中图分类号:S 636.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)21-0020-04

随着生活水平的提高,莴苣等绿色叶用蔬菜越来越受到人们的喜爱。由于莴苣的药用价值、保健价值、食用价值均比较高,需求量逐渐加大。莴苣栽培受土壤、水分、光照等生态环境因子影响,不同地区栽植的莴苣在口感,营养价值上也不尽相同^[1]。

土壤盐渍化^[2]对作物生长发育的各个阶段都有着严重的影响,会抑制作物生长,对作物的形态和生理方面均造成很大程度的影响,导致植株矮小,营养成分降低,最终使作物的品质下降^[3-5]。有关耐盐性对植物的影响在一些蔬菜如黄瓜、萝卜和番茄^[6]等有较详细研究,而在莴苣上的研究报道多在种子萌发、形态、生理等方面,对品质方面的报道甚少。为模拟滨海盐碱地区环境,该试验采用沙培并浇灌不同浓度的 NaCl 溶液来处理莴苣幼苗,通过比较莴苣植株在不同盐浓度处理下的生长、生理指标、品质变化,研究盐胁迫对叶用莴苣生长和品质的影响,以期对莴苣的耐盐性研究和滨海盐碱地区叶用莴苣的栽培提供参考依据。

第一作者简介:柳国强(1991-),男,硕士研究生,研究方向为蔬菜营养生理。E-mail:461361985@qq.com。

责任作者:杨延杰(1972-),男,博士,副教授,硕士生导师,研究方向为蔬菜栽培生理与设施园艺。E-mail: yangyanjie72@163.com。

基金项目:“十二五”农村领域国家科技计划资助项目(2014BAD05B03);山东省农业重大应用技术创新资助项目(6682215009)。

收稿日期:2016-07-21

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为胶东地区大面积栽培的出口露地莴苣品种“卡罗娜”。

1.2 试验方法

沙培试验于 2015 年在青岛农业大学日光温室内进行。莴苣穴盘育苗,成苗后选取整齐度高的幼苗,于三叶展开期移栽至沙培盆(直径 18 cm,高 10 cm)内,以消除土壤中其它离子的干扰,定期(晴天 1 d 1 次,阴天 2 d 1 次)为其浇灌 1 倍的 Hoagland 营养液,待其生长正常后加入不同浓度分析纯 NaCl 溶液模拟盐胁迫。完全随机排列试验设计,设 4 个 NaCl 溶液浓度处理,30、60、120、240 mmol·L⁻¹,以清水为对照(CK),每处理 10 次重复。

1.3 项目测定

叶用莴苣单株质量使用电子称称量;叶片数净增加量统计使用人工计数法。叶片脯氨酸含量测定采用茚三酮比色法^[7];根系活力测定采用 TTC 法^[7];MDA 含量测定采用硫代巴比妥酸比色法^[7];硝态氮含量测定采用水杨酸法^[7]。采收期测定可食叶片的品质指标,可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法^[7];可溶性蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝 G-250 法^[7];维生素 C 含量测定采用二甲苯萃取比色法^[7];叶绿素含量测定采用 80%丙酮浸提法^[7]。

1.4 数据分析

采用 Excel 2013 软件进行数据整理,运用 DPS 软件 LSD 法进行多重比较,检验水平为 5%。

2 结果与分析

2.1 NaCl 浓度对莴苣生长的影响

由表 1 可知,单株质量与叶片数均与盐浓度呈负相关关系,随着盐浓度的增加,单株质量和叶片数显著降

低,与对照相比均显著差异。盐浓度超过 $60 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,严重影响了莴苣的正常生长,甚至枯萎。说明盐浓度胁迫对莴苣生长产生了显著抑制作用,降低了其单株质量。

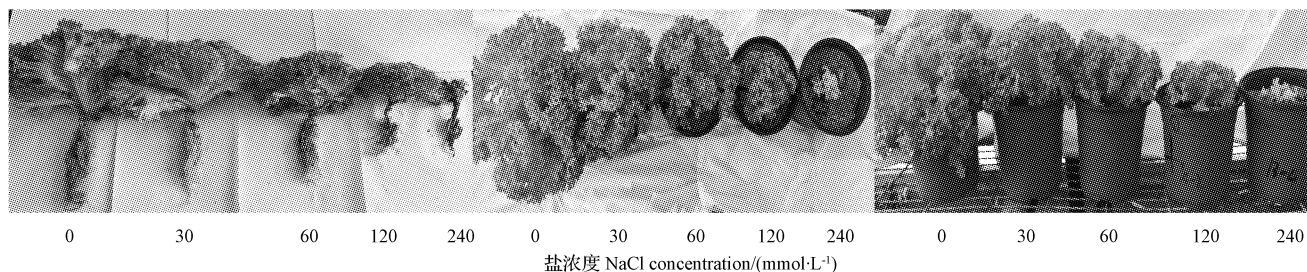


图 1 不同 NaCl 浓度处理下的莴苣生长

Fig. 1 Growth of lettuce under different NaCl concentration treatment

表 1 NaCl 浓度对莴苣生长的影响

Table 1 Effect of NaCl concentration on growth of lettuce

| NaCl 浓度 NaCl concentration /(mmol · L ⁻¹) | 叶片数净增加量 The net increasing of leaves number /片 | 单株鲜质量 Fresh weight per plant /g |
|---|--|---------------------------------------|
| 对照(CK) | 18.21 ± 2.17a | 167.92 ± 4.18a |
| 30 | 10.45 ± 3.05b | 127.93 ± 2.46b |
| 60 | 3.21 ± 1.64c | 90.80 ± 1.35c |
| 120 | 1.42 ± 1.52c | 47.53 ± 2.91d |
| 240 | 0 ± 0d | 10.12 ± 1.70e |

2.2 NaCl 浓度对莴苣的硝态氮含量和根系活力影响

从表 2 可以看出,经过不同浓度盐胁迫处理后,莴苣的根系活力不尽相同,随着浓度的增加呈现先增后减的趋势,盐胁迫浓度低于 $60 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时均高于对照,与对照相比增加显著,但在 $240 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 胁迫浓度时,根系活力只为对照的一半,高盐严重影响了根系的正常生长。

硝态氮含量的变化与根系活力的变化趋势基本一致,密切相关。在盐胁迫下,硝态氮含量先增加,说明根系吸收利用良好,但当含量高于 $60 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 胁迫浓度时利用受阻且根系活力下降,表明高盐浓度胁迫下抑制了根系吸收,硝态氮含量也随之下降,严重影响了莴苣的正常生长。

表 2 NaCl 浓度对莴苣硝态氮含量和根系活力的影响

Table 2 Effect of NaCl concentration on the root activity and nitrate nitrogen content of lettuce

| NaCl 浓度 NaCl concentration /(mmol · L ⁻¹) | 硝态氮含量 Nitrate nitrogen content /(μg · g ⁻¹) | 根系活力 Root activity /(mgTTF · g ⁻¹ · h ⁻¹) |
|---|---|--|
| 对照(CK) | 278.01 ± 8.61b | 18.69 ± 0.91c |
| 30 | 343.19 ± 4.47a | 41.82 ± 1.94b |
| 60 | 369.07 ± 12.33a | 83.65 ± 2.61a |
| 120 | 196.07 ± 9.38c | 21.15 ± 1.89c |
| 240 | 50.53 ± 7.76d | 10.66 ± 2.24c |

2.3 NaCl 浓度对莴苣叶片脯氨酸和丙二醛的影响

植物体内的脯氨酸(Pro)和丙二醛(MDA)含量是体现植物抗盐性的重要指标。由表 3 可知,在盐胁迫下,

莴苣体内的脯氨酸和 MDA 含量均随盐浓度的增加呈上升趋势。MDA 含量在低盐下增加不显著,与对照相比,在盐浓度超过 $60 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,MDA 含量显著增加;脯氨酸与丙二醛含量变化趋势大体一致,均在超过 $60 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 胁迫浓度时含量增加显著。说明在一定盐胁迫强度内,莴苣幼苗可以通过自身渗透调节物质变化和各種保护机制缓解盐胁迫带来的伤害,但盐浓度过高超出自身调节能力时,膜脂过氧化作用加大,细胞膜透性发生了变化^[8],细胞内代谢失衡从而会对莴苣的生长产生较大的影响。

表 3 NaCl 浓度对莴苣丙二醛和脯氨酸含量的影响

Table 3 Effect of NaCl concentration on the contents of MDA and protein of lettuce

| NaCl 浓度 NaCl concentration /(mmol · L ⁻¹) | 丙二醛含量 MDA content /(mmol · g ⁻¹) | 脯氨酸含量 Pro content /% |
|---|--|----------------------------|
| 对照(CK) | 0.000 5 ± 0.000 1d | 0.002 5 ± 0.000 1d |
| 30 | 0.001 0 ± 0.000 1c | 0.003 2 ± 0.000 1d |
| 60 | 0.001 4 ± 0.000 2b | 0.008 6 ± 0.000 9c |
| 120 | 0.001 8 ± 0.000 1ab | 0.021 9 ± 0.000 7b |
| 240 | 0.002 1 ± 0.000 1a | 0.054 6 ± 0.000 1a |

2.4 NaCl 浓度对莴苣的品质影响

从表 4 可以看出,随着盐浓度的增加,莴苣叶片中可溶性糖、可溶性蛋白质、维生素 C 含量均呈先增加后降低趋势。与对照相比,各营养物质均在 $60 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 胁迫浓度时增加显著,当超过 $60 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,含量均显著降低。说明低盐浓度时不但不会影响莴苣体内营养物质的积累,反而会促进其生成,提高莴苣的品质。但高盐下,莴苣的生理反应受到影响,抑制了莴苣体内营养物质的积累,严重损害了莴苣的品质。

NaCl 胁迫浓度为 $60 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,莴苣叶片总叶绿素含量最高,莴苣叶片颜色比对照略有加深;随着浓度进一步上升,总叶绿素含量显著降低,在 $240 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时

表 4

NaCl 浓度对莴苣品质的影响

Table 4

Effect of NaCl concentration on the quality of lettuce

| NaCl 浓度 NaCl concentration /(mmol · L ⁻¹) | 可溶性糖含量 Soluble sugar content/% | 可溶性蛋白质含量 Soluble protein content /(mg · g ⁻¹) | 维生素 C 含量 Vitamin C content /(mg · g ⁻¹) | 总叶绿素含量 Chlorophyll content /(mg · g ⁻¹) |
|---|-----------------------------------|---|---|---|
| 对照(CK) | 0.82±0.37b | 151.33±5.80b | 171.93±1.19a | 1.01±0.012b |
| 30 | 0.93±0.59ab | 169.42±3.50b | 174.36±5.38a | 1.11±0.003b |
| 60 | 1.01±0.04a | 183.67±5.30a | 181.79±3.48a | 1.26±0.006a |
| 120 | 0.79±0.61b | 152.33±4.90b | 141.79±5.32b | 0.87±0.005c |
| 240 | 0.48±0.51c | 127.15±5.30c | 129.35±2.68c | 0.42±0.006d |

低于对照一半,叶片颜色开始出现枯黄现象,严重影响了莴苣的正常光合作用积累营养,最终导致莴苣品质下降。

3 结论与讨论

盐胁迫严重影响了植物的生长发育。莴苣的单株质量和叶片数是体现莴苣产量的重要指标,也可反映莴苣自身的耐盐性。该研究表明,不同盐胁迫均对莴苣的形态指标产生严重影响,在盐胁迫下,莴苣的单株质量和叶片数随浓度增加显著降低,这与徐芬芬^[9]在小白菜上的研究结果一致,低盐胁迫对莴苣的生长影响较小,但高盐下会严重影响莴苣的正常生长,降低其产量。

盐胁迫后,莴苣的硝态氮和根系活力随盐胁迫浓度的增加均呈先增后减的趋势。在 60 mmol · L⁻¹ 胁迫浓度时与对照相比增加显著,但硝酸盐含量并未超过食品安全要求范围。莴苣自身有一定的调节能力,能够缓解外界干扰所造成的影响,但随着盐浓度的增加,超过其自身调节能力,所以在浓度超过 60 mmol · L⁻¹ 时均呈现下降趋势,影响了莴苣自身的氮循环,根系的活力,并盐胁迫程度越大影响程度也越大。

莴苣在盐胁迫下,体内的丙二醛和脯氨酸含量显著增加,盐浓度超过 60 mmol · L⁻¹ 时增加最为显著。表明莴苣在逆境下会通过自身的保护机制抵抗干扰,但高浓度下,细胞严重失水,代谢紊乱,超过了自身调节的能力,最终导致莴苣体内生理反应遭到破坏,从而降低自身的品质。

植物处于盐胁迫中时,其品质会发生显著变化。在低盐下,莴苣的叶绿素、维生素 C、可溶性糖和可溶性蛋白质含量均有增加趋势;当浓度高于 60 mmol · L⁻¹ 时,植物叶片的叶绿素含量显著降低^[10]。这主要是由于受盐胁迫,植株体内的叶绿素降解酶的活性增强^[11],从而促进了叶绿素的降解所致。盐胁迫使植物中各品质指标均严重下降,降低了其营养成分。

因此,低盐浓度胁迫促进莴苣的可溶性糖、维生素

C、可溶性蛋白质以及维生素 C 的形成,对莴苣的生理和品质有一定的促进作用。但对莴苣的自身增长和细胞膜的透性有损害作用。高盐浓度严重抑制了莴苣的正常生理功能,从而严重影响作物的品质。从该研究可以看出,盐胁迫会影响莴苣的正常生长,使其植株矮小降低产量,但低于 60 mmol · L⁻¹ 时并不会对莴苣的品质产生影响,反而会促使其自身调节,增加植株内的营养成分,提高品质。但浓度高于 60 mmol · L⁻¹ 时,不但会影响莴苣的形态指标,品质也会大幅降低。因此,滨海地区种植莴苣可以通过检测当地的土壤盐浓度,若盐浓度低于 60 mmol · L⁻¹ 时可以正常栽植,但当高于 60 mmol · L⁻¹ 时可以通过洗盐等方式对土壤进行处理,以创造适合莴苣生长的土壤环境。

参考文献

- [1] 李哲,王喜山,赵国臣,等. 生菜的营养价值及高产栽培技术[J]. 吉林蔬菜,2014(9):14-15.
- [2] 翟亚明,魏丽萍,杨倩. 不同调控方式对设施盐渍化土壤特性和番茄产量及品质的影响[J]. 江苏农业学报,2015(4):871-876.
- [3] 陈宝悦,曹玲,王艳芳,等. NaCl 胁迫对芹菜生长、生理生化特性及品质的影响[J]. 华北农学报,2014(S1):218-222.
- [4] 李会合,田秀英,季天委. 蔬菜品质评价方法研究进展[J]. 安徽农业学报,2009,37(13):5920-5922.
- [5] 王爽,李晓晓,于成志,等. 盐胁迫对三种叶用蔬菜生长及品质的影响[J]. 北方园艺,2015(20):13-16.
- [6] 张纪涛,徐猛,韩坤,等. 盐胁迫对番茄幼苗的营养及生理效应[J]. 西北农业学报,2011(2):128-133.
- [7] 王学奎. 植物生理与生物化学实验原理和技术[M]. 2 版. 北京:高等教育出版社,2006.
- [8] 田晓艳,刘延吉,张蕾,等. 盐胁迫对景天三七保护酶系统、MDA、Pro 及可溶性糖的影响[J]. 草原与草坪,2009(6):11-14.
- [9] 徐芬芬. CaCl₂ 对盐胁迫下小白菜生长和相关生理特性的影响[J]. 热带作物学报,2012(4):642-645.
- [10] 任艳芳,何俊瑜. NaCl 胁迫对莴苣幼苗生长和光合性能的影响[J]. 华北农学报,2008(4):149-153.
- [11] 金雅琴,李冬林,丁雨龙,等. 盐胁迫对乌柏幼苗光合特性及叶绿素含量的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2011(1):29-33.

Effects of Salt Stress on Growth and Quality of Lettuce

LIU Guoqiang, XIE Aifang, LIN Duo, YANG Yanjie

(Horticultural College, Qingdao Agricultural University/Key Laboratory of Genetic Improvement and Breeding of Qingdao, Qingdao, Shandong 266109)

茄子砧木嫁接对樱桃番茄生长势、果实品质与萼片形态的影响

荆子桓, 王先裕, 赵汉卿, 孙岚明, 陈宝玲

(广西大学 农学院, 广西 南宁 530001)

摘要:以樱桃番茄“千禧”作为接穗, 茄子砧木“立新1号”和番茄砧木“乾德抗Ty”作为砧木, “千禧”实生植株作为对照, 通过茄子砧木与番茄砧木对比嫁接试验, 探讨茄子砧木嫁接育种对樱桃番茄品种“千禧”生长势、果实品质和萼片性状的影响。结果表明: 通过对比“千禧”实生植株, 番茄砧木“乾德抗Ty”作为砧木能有效提高番茄植株质量, 提升植株的光合效率和生长势, 使根系更发达; 茄子砧木“立新1号”作为砧木能提高果实的营养品质, 增加果实硬度, 使萼片变长变厚, 为樱桃番茄通过茄子砧木嫁接改善果实品质提供理论依据。

关键词: 樱桃番茄; 茄子砧木; 果实品质; 萼片形态

中图分类号: S 641.204⁺.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2016)21-0023-05

嫁接作为一种防病增产和提高抗性的技术措施广泛应用于番茄栽培的生产上。樱桃番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)是我国重要的高档水果蔬菜之一^[1]。陆地栽培技术虽显著提升了樱桃番茄的生产效益, 但因轮作易引发病虫害交叉感染, 使樱桃番茄种植的土传病害发病率较高^[2]。选用高抗砧木进行嫁接栽培是防治番茄土传病害的有效途径之一, 同时也能克服番茄连作障碍、实现农药化肥“双减”, 实现无公害生产^[3]。根据消费者的消费习惯调研, 长而大的萼片更能赢得消费者的

青睐, 因此, 樱桃番茄品种越来越注重萼片的形状^[4]; 海南省是中国最大樱桃番茄种植产地, 97%以上的种植品种为“千禧”品种, 长期推行选用茄子砧木嫁接技术。该试验采用茄子砧木与番茄砧木对樱桃番茄“千禧”分别进行嫁接, 以“千禧”自根苗为对照, 对樱桃番茄嫁接成活率, 生长势、果实品质和萼片性状进行差异性比较, 以期选择更适合樱桃番茄“千禧”的砧木材料提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试茄子砧木品种为“立新1号”, 引自广西田阳立新阳生番茄种业公司; 番茄砧木品种为“乾德抗Ty”, 引自上海乾德种业公司, 接穗番茄和自根苗品种皆为樱桃番茄“千禧”, 育苗基质按 V(有机质): V(黑土): V(黄土)=1:1:1 混配而成。

第一作者简介: 荆子桓(1991-), 男, 硕士研究生, 研究方向为蔬菜遗传育种与生物技术。E-mail: 243875731@qq.com.

责任作者: 王先裕(1962-), 男, 硕士, 研究员, 研究方向为蔬菜遗传育种。E-mail: wang12261962@163.com.

基金项目: 国家大宗蔬菜产业技术体系资助项目(CARS-25-G-37)。

收稿日期: 2016-07-21

Abstract: Lettuce ‘Carona’ was taken as experimental material with the method of sand potted. Nutrient elements were provided by watering Hoagland and coastal environment was simulated by watering NaCl solution. Four kinds of NaCl concentration (30, 60, 120, 240 mmol · L⁻¹) treatment were designed and taken water as control(CK), the effects of salt stress on growth, physiological indexes and quality studied. The results showed that, the net increase of the number of leaves and lettuce and plant fresh weight were significantly decreased under salt stress. With increase of NaCl concentration, MDA and proline content continued to increase in lettuce leaves. The root activity, nitrate and quality were all in an increase trend under low NaCl concentration treatment, but a significant downward trend under high concentration treatment. Salt stress inhibited the normal growth of lettuce, except less than NaCl 60 mmol · L⁻¹ treatment. These showed that low concentration of salt would not decrease the quality of lettuce, but higher salt stress lead to a significant reduction in morphogenesis and quality due to physiological metabolic abnormalities.

Keywords: lettuce; salt stress; quality; growth