

朱小梅,洪立洲,刘兴华,等. NaCl胁迫和采摘期对枸杞幼苗生物量及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(9):222-224.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.09.063

NaCl胁迫和采摘期对枸杞幼苗生物量及品质的影响

朱小梅,洪立洲,刘兴华,王茂文,丁海荣,刘冲,赵宝泉,邢锦城,董静

(江苏沿海地区农业科学研究所,江苏盐城 224002)

摘要:研究盆栽试验条件下采摘1次、2次处理及0、0.3、0.6、0.9 g/kg NaCl 4个胁迫水平(分别以 S_0 、 S_1 、 S_2 、 S_3 表示)对中华枸杞和黑枸杞幼苗生物量、维生素C、还原糖和氨基酸含量的影响。结果发现,不同采摘措施下,中华枸杞均以 S_0 、 S_1 水平下幼苗生物量较高、品质较优。采摘2次与采摘1次中华枸杞幼苗生物量均以 S_0 、 S_1 处理显著高于 S_2 、 S_3 处理,增加量分别为0.97~2.91、0.91~1.42、3.85~6.07 g/盆;维生素C含量都以 S_1 处理最高,分别为456、366、371 mg/kg;还原糖含量则分别以 S_1 、 S_0 处理最高,为3.16%、2.81%、4.41%;氨基酸含量均以处理 $S_2 > S_1 > S_0 > S_3$ 。黑枸杞采摘2次处理幼苗生物量分别以 S_1 、 S_3 处理最高,为6.24、6.02 g/盆;采摘1次处理仍以 S_1 处理生物量较高,为9.32 g/盆;其幼苗维生素C、氨基酸含量均以 $S_2 > S_1 > S_0 > S_3$ 或 $S_3 > S_2 > S_1 > S_0$;还原糖含量分别以 S_0 和 S_3 水平下最高,为3.35%、4.25%、4.02%。结果表明,采摘期与盐胁迫对黑枸杞幼苗生物量及品质的影响规律性不明显,但总体而言,高盐胁迫(S_2 、 S_3 水平)对二者的影响要小于中华枸杞。

关键词:NaCl胁迫;采摘期;枸杞幼苗;生物量;品质

中图分类号:S567.1+90.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)09-0222-03

随着人们生活水平的不断提高,对蔬菜的消费需求开始由数量型向质量型转变。枸杞为茄科枸杞属多年生落叶小灌木,可作为一年生或多年生绿叶蔬菜栽培。其幼苗粗壮而肥厚,味道鲜美,富含多种氨基酸、维生素,经常食用可明目、养肾、去热,具有增强免疫力、降血糖、降血脂、延缓衰老、抗病毒、养颜美容等多种功效^[1-3]。研究表明,枸杞是一种抗逆性较强的植物,能够在含有一定盐分的滩涂土壤上种植。迄今为止,盐胁迫环境对枸杞品质的研究多集中在其果实方面,而对枸杞幼苗各品质指标影响的研究还不多。因此,本试验主要探索了不同浓度盐胁迫及采摘期对中华枸杞和黑枸杞幼苗产量、品质的影响,以期对枸杞在沿海滩涂的高效菜用栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试土壤为轻质沙壤,pH值7.99,EC值546.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$,有机质含量5.90 g/kg,有效氮含量36.1 mg/kg,有效磷含量38.8 mg/kg,有效钾含量185.4 mg/kg。供试枸杞为中华枸杞与黑枸杞。供试肥料为尿素(N,46%),磷酸一铵(N,10%; P_2O_5 ,40%),硫酸钾(K_2O ,54%)。

1.2 试验方法

试验于2014年4—6月在江苏沿海地区农科所玻璃盆栽温室进行。采用塑料盆钵(15.5 cm × 14.5 cm),每钵装入过3 mm筛的风干土2.5 kg,所有处理氮、磷、钾肥用量一致,氮肥(N)为150 mg/kg土,磷肥(P_2O_5)为50 mg/kg土,钾肥(K_2O)为100 mg/kg土,除总N的50%作追肥于第1次采摘后施入外,所有肥料作基肥与土壤混合均匀后1次装钵。试验分中华枸杞与黑枸杞2组,设0、3.0、6.0、9.0 g/kg NaCl 4个水平,分别以 S_0 、 S_1 、 S_2 、 S_3 表示,共8个处理,6次重复,随机排列。2014年4月10日连同基质从穴盘移栽至盆钵,采摘2次处理分别于5月10日、6月9日苗高20 cm左右时进行第1次和第2次采摘,采摘1次处理与第2次采摘时间相同。

1.3 测定项目和方法

土壤基本性状用常规方法测定^[4]。枸杞幼苗品质分析中,鲜样维生素C含量采用2,6-二氯靛酚滴定法,游离氨基酸总量采用茚三酮显色-分光光度法测定,干样还原糖含量采用3,5-二硝基水杨酸显色-分光光度法测定^[5]。枸杞幼苗生物量采用新复极差法(SSR检验法)进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 NaCl胁迫和采摘期对枸杞幼苗生物量的影响

NaCl胁迫下,中华枸杞采摘2次与采摘1次处理幼苗生物量均随盐分水平的增加而降低。第1次采摘,NaCl处理枸杞幼苗生物量均显著低于 S_0 处理,第2次采摘, S_2 、 S_3 处理生物量显著低于 S_0 、 S_1 处理(图1)。说明低盐胁迫环境对中华枸杞幼苗生长影响不大,而在高盐胁迫下其生长受到抑制。第1次与第2次采摘黑枸杞 S_1 处理生物量均与 S_0 处理无显著差异, S_2 、 S_3 处理第1次采摘生物量与 S_0 相比均显著降低,

收稿日期:2015-07-22

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(14)2046];2014年盐城市农业科技创新专项引导资金。

作者简介:朱小梅(1982—),女,江苏盐城人,硕士,助理研究员,主要从事植物营养与盐土改良利用方面的研究。E-mail: xiaomeizhu301@163.com。

通信作者:洪立洲,硕士,研究员,主要从事土壤肥料与农业工程研究。E-mail: ychonglz@163.com。

第 2 次采摘生物量分别比 S_0 处理高 29.9%、60.5%，差异显著。采摘 1 次处理黑枸杞幼苗生物量随盐分水平升高呈增加再降低的趋势，且以 S_1 处理生物量最高，为 9.32 g/盆。不同

NaCl 水平下，中华枸杞与黑枸杞采摘 2 次的幼苗总生物量均高于采摘 1 次处理，且 NaCl 水平越高，差异越明显。说明采摘 2 次处理有利于枸杞幼苗生物量的积累。

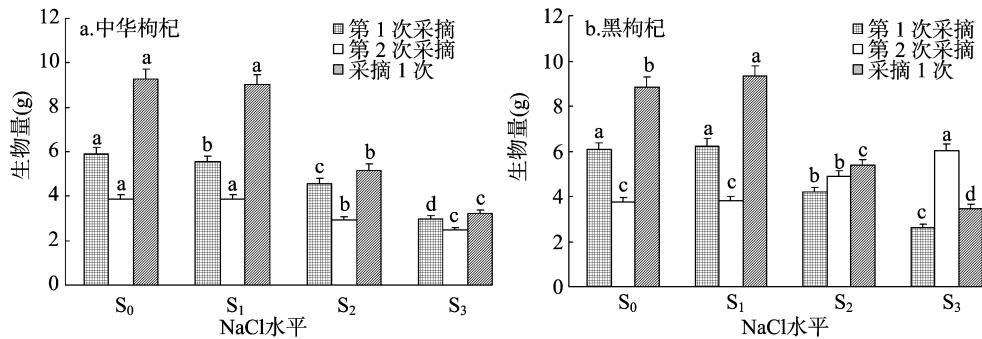


图1 NaCl胁迫及采摘期对枸杞幼苗生物量的影响(g/盆)

2.2 NaCl 胁迫及采摘期对枸杞幼苗维生素 C 含量的影响

维生素 C 是人类营养中最重要的成分之一，缺少会产生坏血病，且它在植物的代谢调节中也具有重要作用。采摘 2 次与采摘 1 次处理，中华枸杞与黑枸杞幼苗维生素 C 含量总体均随盐胁迫水平的增加呈升高再降低的趋势，且中华枸杞维生素 C 含量均表现为处理 $S_1 > S_2 > S_0 > S_3$ ，黑枸杞则以处

理 $S_2 > S_1 > S_0 > S_3$ (表 1)。由此可见，一定浓度的盐胁迫促进了中华枸杞与黑枸杞幼苗维生素 C 的形成，但在高浓度 NaCl 胁迫下，维生素 C 作为活性氧清除剂与 NaCl 胁迫下产生超氧自由基等相互作用来防御活性氧的毒害作用，从而使其本身含量下降。

表 1 NaCl 胁迫及采摘期对枸杞幼苗维生素 C 含量的影响

品种	处理	采摘 2 次				采摘 1 次	
		第 1 次采摘		第 2 次采摘		$\bar{x} \pm s$ (mg/kg)	增加率 (%)
		$\bar{x} \pm s$ (mg/kg)	增加率 (%)	$\bar{x} \pm s$ (mg/kg)	增加率 (%)		
中华枸杞	S_0	310 ± 26c	100.0	298 ± 16b	100.0	305 ± 1c	100.0
	S_1	456 ± 12a	147.1	366 ± 8a	122.8	371 ± 5a	121.6
	S_2	397 ± 17b	128.1	341 ± 11a	114.4	357 ± 8b	117.0
	S_3	302 ± 26c	97.4	275 ± 13b	92.3	298 ± 13c	97.7
黑枸杞	S_0	331 ± 18c	100.0	304 ± 7c	100.0	375 ± 4b	100.0
	S_1	383 ± 5b	115.7	321 ± 2b	105.6	391 ± 21b	104.3
	S_2	479 ± 10a	144.7	398 ± 9a	130.9	456 ± 10a	121.6
	S_3	320 ± 4c	96.7	286 ± 2d	94.1	307 ± 6c	81.9

注：同列数据后不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。下表同。

2.3 NaCl 胁迫和采摘期对枸杞幼苗还原糖含量的影响

中华枸杞采摘 2 次处理幼苗还原糖含量随 NaCl 胁迫水平的增加呈先上升再降低的趋势，且均以 S_1 水平下还原糖含量最高，分别为 3.16%、2.81%。黑枸杞采摘 2 次处理则以 S_0 水平下含量最高，分别为 3.35%、4.25%。中华枸杞采摘 1 次处理幼苗还原糖含量随 NaCl 水平的升高而降低，且以 S_0

水平下最高，为 4.41%，而黑枸杞则以 S_3 水平下含量最高，为 4.02% (表 2)。总体来看，不同 NaCl 水平下，中华枸杞采摘 1 次处理还原糖含量均高于采摘 2 次处理，原因可能是随着枸杞幼苗的生长和对盐胁迫环境的适应，植株中有利于还原糖生成的几种转化酶活性提高，从而使代谢旺盛的幼苗中还原糖含量增加。

表 2 NaCl 胁迫及采摘期对枸杞幼苗还原糖含量的影响

%

品种	处理	采摘 2 次				采摘 1 次	
		第 1 次采摘		第 2 次采摘		$\bar{x} \pm s$	增加率
		$\bar{x} \pm s$	增加率	$\bar{x} \pm s$	增加率		
中华枸杞	S_0	3.01 ± 0.05ab	100.0	2.74 ± 0.05a	100.0	4.41 ± 0.05a	100.0
	S_1	3.16 ± 0.12a	104.9	2.81 ± 0.10a	102.6	3.97 ± 0.11b	90.0
	S_2	2.97 ± 0.05ab	98.7	2.67 ± 0.04ab	97.4	3.54 ± 0.03c	80.3
	S_3	2.94 ± 0.14b	97.6	2.53 ± 0.17b	92.3	3.32 ± 0.07d	75.3
黑枸杞	S_0	3.35 ± 0.03a	100.0	4.25 ± 0.05a	100.0	3.24 ± 0.02b	100.0
	S_1	2.94 ± 0.01c	87.8	4.17 ± 0.04a	98.0	2.19 ± 0.05c	67.6
	S_2	2.83 ± 0.06d	84.5	2.67 ± 0.03c	62.7	3.91 ± 0.06a	120.7
	S_3	3.12 ± 0.02b	93.1	3.09 ± 0.10b	72.7	4.02 ± 0.08a	124.3

2.4 NaCl 胁迫和采摘期对枸杞幼苗氨基酸含量的影响

研究表明,游离氨基酸是一类以鲜味为主的物质,它与枸杞叶茶滋味品质呈显著的正相关^[6]。本试验发现,采摘 2 次与采摘 1 次处理中华枸杞幼苗氨基酸含量均随着 NaCl 胁迫水平的增加呈升高再降低的趋势,且均以 S₂ 水平下的幼苗氨基酸含量显著高于其他处理;黑枸杞幼苗氨基酸含量则随着 NaCl 胁迫水平的增加而升高,处理 S₃ > S₂ > S₁ > S₀。总体来

看,S₀、S₁、S₂ 水平下的氨基酸含量均以中华枸杞高于黑枸杞,而 S₃ 水平下则以黑枸杞中氨基酸含量为高(表 3)。这表明,在 S₁、S₂ 水平盐胁迫下,中华枸杞植株会通过形成更多的游离氨基酸来维持渗透调节物质的平衡,在 S₃ 水平下,由于氮代谢紊乱,游离氨基酸含量下降;而黑枸杞在此水平下仍能通过游离氨基酸含量的增加来调节渗透平衡,由此可见,中华枸杞对盐胁迫的敏感度要高于黑枸杞。

表 3 NaCl 胁迫及采摘期对枸杞幼苗氨基酸含量的影响

品种	处理	采摘 2 次				采摘 1 次	
		第 1 次采摘		第 2 次采摘			
		$\bar{x} \pm s$ (mg/kg)	增加率 (%)	$\bar{x} \pm s$ (mg/kg)	增加率 (%)	$\bar{x} \pm s$ (mg/kg)	增加率 (%)
中华枸杞	S ₀	675 ± 18b	100.0	613 ± 22b	100.0	542 ± 13c	100.0
	S ₁	696 ± 17b	103.0	645 ± 16b	105.2	620 ± 26b	114.4
	S ₂	811 ± 101a	120.1	761 ± 82a	124.2	784 ± 76a	144.6
	S ₃	653 ± 5b	96.6	590 ± 5b	96.2	584 ± 3bc	107.8
黑枸杞	S ₀	559 ± 23b	100.0	534 ± 5c	100.0	496 ± 12d	100.0
	S ₁	597 ± 13b	106.8	549 ± 15c	102.7	563 ± 17c	113.5
	S ₂	719 ± 9a	128.6	645 ± 23b	120.8	668 ± 3b	134.5
	S ₃	746 ± 28a	133.5	738 ± 12a	138.1	723 ± 3a	145.7

3 结论与讨论

盐胁迫下,植物正常代谢途径受到影响,其相关品质指标也会发生一定的变化^[7-8]。本研究中,随盐胁迫浓度的升高,中华枸杞与黑枸杞幼苗维生素 C 含量均呈先升高再降低的趋势,且中华枸杞以 S₁ 处理维生素 C 含量最高,黑枸杞则以 S₂ 处理最有利于维生素 C 含量的增加。这与紫花苜蓿幼苗叶片在 0 ~ 160 mmol/L NaCl 胁迫下,维生素 C 含量随 NaCl 浓度的升高而增加^[9];萝卜幼苗在 0.5% NaCl 胁迫下,维生素 C 含量明显降低的研究结论^[10]并不完全一致,究其原因可能是由不同植物的耐盐性差异引起的。

游离氨基酸,特别是游离脯氨酸,与丙二醛、甜菜碱等渗透调节物质一样,其积累状况对植物耐盐性有重要指示作用^[11]。本研究结果表明,采摘 2 次与采摘 1 次处理中华枸杞与黑枸杞幼苗氨基酸含量均随 NaCl 胁迫水平的增加呈升高再降低或稳步上升的趋势,这与花棒叶片总游离氨基酸含量在 0 ~ 150 mmol/L 盐胁迫下呈升高趋势,200、250 mmol/L NaCl 胁迫下含量降低的研究结论^[12]基本一致;王宁等对玉米幼苗的研究显示,在 0 ~ 120 mmol/L 盐胁迫下,盐敏感品种的游离氨基酸含量增加幅度要小于耐盐品种^[13],这与本试验中耐盐性较强的黑枸杞游离氨基酸含量增幅小于中华枸杞的研究结果有所不同,其原因还有待进一步研究。

本试验中,采摘 2 次处理中华枸杞幼苗生物量均以 S₀、S₁ 处理显著高于 S₂、S₃ 处理,增加量分别为 0.97 ~ 2.91 g/盆、0.91 ~ 1.42 g/盆;维生素 C 含量与还原糖含量均随 NaCl 浓度的增加呈升高再降低的趋势,且都以 S₁ 处理最高,分别为 456、366 mg/kg 和 3.16%、2.81%;氨基酸含量均以处理 S₂ > S₁ > S₀ > S₃。采摘 1 次处理中华枸杞除还原糖含量以 S₀ 处理最高,为 4.41% 外,其他品质因素变化规律与采摘 2 次处理相同。可见,采摘 2 次与采摘 1 次处理, S₀、S₁ 水平下中华枸杞幼苗生物量较高品质较优。采摘 2 次及采摘 1 次处理下,盐胁迫水平对黑枸杞幼苗生物量、维生素 C、还原糖和

氨基酸这些品质指标的影响规律性不明显,但总体可以看出,高盐胁迫(S₂、S₃ 水平)对黑枸杞幼苗生物量与品质的影响要小于中华枸杞。

参考文献:

[1] 贺晓慧,贾孟辉,俞 维,等. 宁夏枸杞叶基础研究述要及应用开发的前景[J]. 时珍国医国药,2007,18(5):1111-1112.
[2] 赖正峰,张少平,吴水金,等. 几个菜用枸杞品种的生长特性及营养品质分析[J]. 热带作物学报,2010,31(10):1706-1709.
[3] 李跃森,吴水金,林江波,等. 4 个菜用枸杞品种蛋白质及微量元素营养价值评价[J]. 福建农业学报,2014,29(12):1207-1210.
[4] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2005.
[5] 白宝璋,汤学军. 植物生理学测试技术[M]. 北京:中国科学技术出版社,1993:23-24.
[6] 郑立红,郭建业,杜 彬,等. 不同干燥方法对枸杞叶茶品质影响的研究[J]. 中国食品学报,2012,12(10):149-154.
[7] 汤菊香,赵元增,单长卷. 水杨酸对盐胁迫下新单 29 玉米幼苗生理特性的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):93-95.
[8] 安飞飞,简纯平,杨摇龙,等. 木薯幼苗叶绿素含量及光合特性对盐胁迫的响应[J]. 江苏农业学报,2015,31(3):500-504.
[9] 龙明秀,许岳飞,何学青,等. NaCl 胁迫下紫花苜蓿幼苗抗氧化酶活性的研究[J]. 草地学报,2012,20(1):83-87.
[10] 吴能表,何 风,杨丽萍,等. NaCl 对萝卜幼苗逆境指标及蛋白激酶活性的影响[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,2004,29(4):651-654.
[11] 张福锁. 植物营养生态生理学和遗传学[M]. 北京:中国科学技术出版社,1993.
[12] 燕 辉,彭晓邦,薛建杰. NaCl 胁迫对花棒叶片光合特性及游离氨基酸代谢的影响[J]. 应用生态学报,2012,23(7):1790-1796.
[13] 王 宁,曹敏建,于佳林. NaCl 胁迫对玉米幼苗有机渗透调节物质的影响[J]. 玉米科学,2009,17(4):61-65,69.