

果树对盐胁迫的响应及缓解机制研究进展

盖文贤¹, 李芳东², 张福兴^{1,2}, 孙庆田²

(1. 烟台大学 生命科学学院, 山东 烟台 264005; 2. 山东省烟台市农业科学研究院, 山东 烟台 265500)

摘 要:盐胁迫是影响果树生长发育的重要因素之一,影响了果树的一系列生理生化特性,高浓度的盐会造成果树减产甚至死亡。根据国内外相关的文献资料,现从外部形态、光合特性、离子含量和膜透性 4 个方面对盐胁迫下果树的响应机制进行了探讨,并从提高酶的抗氧化能力、合成渗透调节物质以及离子的选择性吸收 3 个方面对盐胁迫下果树的缓解机制进行了综述。

关键词:果树;盐胁迫;响应;缓解

中图分类号:S 66 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)09-0182-05

全世界约有 10 亿 hm^2 的盐渍土,约占世界陆地面积的 7.6%,其中我国盐渍土面积有 0.25 亿 hm^2 ,海涂土壤占海岸带土壤总面积的 17.35%,主要分布于山东、河北、辽宁、浙江、江苏、福建等省份^[1-2]。由于果品价格基本上是根据果实大小而定,化肥在增大果个方面作用显著,使得大多数果园以施用化肥为主,有机肥投入严重不足。长期以来,化肥的大量施用导致果园土壤盐渍化日趋严重,树体营养失衡、生理病害发生严重、果实内在品质下降等问题日益突出,土壤盐渍化已经成为当今果树产业健康持续发展亟需解决的重要问题。因此,现就果树对盐胁迫的响应及缓解机制方面的研究进行了简要概述,以期为盐渍化土壤的改良利用与优质果品生产提供参考。

1 盐胁迫对植物的影响

植物能够承受一定浓度的盐胁迫,当土壤含盐量较低时有利于植物的发芽、结果和产量的提高;当土壤含盐量过高时,就会对植物产生危害,影响其正常生长^[3]。土壤中有盐分过多会对植物造成渗透胁迫、离子毒害等不良影响,几乎影响植物所有重要生命活动^[4]。盐胁迫抑制植物组织和器官的生长,加速发育过程,缩短营养生长和开花期。盐胁迫下,植物光合作用也会受到抑制,气孔关闭,叶绿体受损,与光合相关的酶失活变性,光合速率下降,阻碍其正常的生长发育。土壤中盐含量

过高,造成盐离子在植物内积累,使细胞膜透性增加,代谢紊乱。另外,高浓度的盐也会使植物的激素浓度和核酸浓度受到影响。

2 果树对盐胁迫的响应

2.1 外部形态对盐胁迫的响应

盐胁迫对果树最直观的影响就是抑制其生长发育。果树生物量的变化可体现其受到盐胁迫影响的程度,是评价果树耐盐性强弱的重要指标之一。

盐胁迫会抑制果树组织和器官的生长和分化,造成果树发育迟缓,使果树的发育进程提前,严重的造成果树的死亡^[5]。高浓度盐主要通过抑制酶的活性来影响植物的正常生长^[6]。王丹丹^[7]研究表明,盐胁迫下樱桃苗木生长量会受到影响。同样,欧阳妮等^[8]发现随着 NaCl 浓度的增加,红鳞蒲桃苗木的株高增长量逐渐降低,在浓度 0.4% 时下降显著,对苗木的地径增长量影响不大。而杨启良等^[9]发现在相同的滴灌处理下,随着 NaCl 浓度的增大,苹果幼树的干物质、叶面积和净生长量及水分传导均显著地下降,与 Yin 等^[10]试验结果吻合。杨升等^[11]也将杜梨进行盐胁迫处理,发现杜梨的生物量随盐浓度的增加而降低。

2.2 光合作用对盐胁迫的响应

光合作用是果树体内重要的代谢过程,是果树生长发育的基础,是果树生长的物质和能量来源,对果树的生长发育具有重要意义。盐胁迫会显著降低果树光合作用速率,通过降解光合色素、降低胞间 CO_2 浓度和改变气孔导度等来抑制光合作用。

Flexas 等^[12]研究发现盐胁迫显著降低果树的光合作用。盐胁迫下,植物光合作用产生的能量一部分用于植物生长发育,另一部分用于适应盐胁迫,但这种适应能力随着盐浓度及处理时间的延长而下降。克热木·伊

第一作者简介:盖文贤(1990-),男,山东莱阳人,硕士研究生,研究方向为果树盐胁迫。E-mail:gaiwenxian@163.com.

责任作者:张福兴(1962-),男,山东海阳人,研究员,现主要从事樱桃育种与栽培等研究工作。E-mail:gsszfx@163.com.

基金项目:山东省农业重大应用技术创新课题资助项目;山东省水果创新团队资助项目(SDAIT-03-022-02)。

收稿日期:2014-11-10

利等^[13]研究发现盐胁迫下“石头扁桃”和“桃扁桃”叶片净光合速率随盐浓度的增加而降低,“桃扁桃”叶片胞间CO₂浓度随盐浓度的增加而升高。同时,Müller等^[14]也发现在盐胁迫下,果树的光合作用受到不同程度的抑制。盐胁迫还会导致叶绿素的降解,光合作用光系统活性下降,最终导致光合速率下降^[15]。袁继存等^[16]的研究结果表明,盐胁迫改变了苹果叶片光合日变化曲线,使其光合性能整体下降。在樱桃上,孟艳玲等^[17]发现“萨米脱”叶片的光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)、PSII潜在活性(F_v/F_o)、PSII实际光化学效率(Φ PSII)和ETR值随着处理浓度的增加或处理时间的延长显著下降,适度盐胁迫(0.3%和0.6%NaCl)对“萨米脱”叶片的光合抑制主要是气孔限制,高盐胁迫(0.9%NaCl)主要为非气孔限制。

2.3 离子平衡对盐胁迫的响应

果树不能在高浓度盐渍化土壤中正常生长,主要由于高浓度的盐离子打破了果树体内的离子平衡,使正常的生理活动无法完成。

夏阳等^[18]研究发现欧李根系和叶片K⁺含量随处理时间的延长而降低,Na⁺含量逐渐积累;根系Ca²⁺含量没有显著变化,叶片中含量下降;根系Mg²⁺含量呈下降趋势,叶片中含量上升。根系和叶片中K⁺/Na⁺随盐胁迫时间的延长而降低,说明根系对K⁺的吸收受到了盐胁迫的影响。盐胁迫下苹果不同时期的干样中Ca、Mg、Fe和Zn含量没有明显变化,但各元素与Na的比值明显下降,特别是在高盐(0.3%NaCl)胁迫下下降更为明显^[19]。房玉林等^[20]试验表明,Na⁺的存在阻碍了根系对多种矿质营养的吸收和利用,不同程度地限制了葡萄的根系活力和吸收能力,在Na⁺的作用下,K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺的迁移和吸收受到不同程度的影响。同样,王慧英等^[21]研究发现苹果砧木小金海棠和M7在盐胁迫下叶片和根系中Na⁺均随盐浓度的升高而增加,但叶片中增幅明显小于根系中的增幅,而K⁺含量则没有明显变化。而马翠兰等^[22]的试验表明,随着NaCl浓度的增加,坪山柚和福橘幼苗根系地上部Na⁺、Cl⁻含量增加。颜志明等^[23]也发现盐胁迫明显地提高了草莓根、茎和叶片中的Na⁺含量,降低了K⁺和Ca²⁺含量,说明盐胁迫抑制了K⁺和Ca²⁺的吸收。Hussain等^[24]试验表明大多数盐敏感型柑橘积累了高浓度的Na⁺和Cl⁻,相比之下,耐盐型柑橘积累的Na⁺和Cl⁻较少。

2.4 膜透性对盐胁迫的响应

细胞膜是内环境和外环境之间的屏障,外环境对细胞的影响最先作用在细胞膜上。盐胁迫下,细胞膜透性随盐浓度的变化而变化,马丽清等^[25]的研究证实盐胁迫对珠美海棠和山定子根膜透性没有明显的影响,但导致叶片膜透性增加,盐敏感型山定子的膜透性高于耐盐型

的珠美海棠。

丙二醛(MDA)是脂质过氧化作用的主要产物之一^[26],其含量的多少可间接表明细胞膜受损伤程度的大小。MDA具有很强的细胞毒性,它不仅能够影响膜蛋白对离子的吸收,破坏植物细胞膜的透性,也能对细胞膜和细胞中的蛋白质、核酸和酶等生物分子产生很强的破坏,从而影响果树的各种生理代谢。据刘兵^[27]报道,2种苹果属植物随着NaCl胁迫浓度的增加和胁迫时间的延长,珠美海棠和新疆野苹果叶片中活性氧积累,加剧了细胞膜脂质过氧化程度,MDA含量上升,从而使细胞质膜相对透性增大。同样,齐曼·尤努斯等^[28]在对新疆大果沙枣的研究中也发现,叶片细胞膜透性随膜脂过氧化程度的增强而增大,沙枣愈伤组织膜透性和MDA含量与培养基NaCl浓度呈正相关。而在叶梨上,也发现在盐胁迫下MDA含量上升^[29],表明叶梨正在受到氧化损伤。

盐胁迫还会对果树激素和遗传物质产生影响,但目前研究较少,据李青云等^[30]报道,草莓在盐胁迫下生长素(IAA)、赤霉素(GA)和玉米素(ZT)含量降低。

3 果树对盐胁迫的缓解机制研究

3.1 提高酶的抗氧化能力

在盐胁迫下,果树组织中自由基和活性氧含量增加,而果树体内一些清除自由基和活性氧的保护酶包括超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)、抗坏血酸过氧化物酶(APOD)和抗坏血酸过氧化物酶(APX)等会激发相应的保护机制。

据胡晓立等^[31]报道,各李属彩叶植物叶片SOD、POD、CAT和APX活性变化均呈先上升后下降趋势,并均在土壤NaCl含量为0.2%或0.3%时达到峰值。而刘遵春等^[32]发现“金光”杏梅随着NaCl浓度的升高POD活性显著增加;而SOD活性在低NaCl浓度下上升,在高NaCl浓度下下降。随盐胁迫浓度的增大和胁迫时间的延长,不同葡萄品种的SOD活性整体表现出先增后降趋势,POD活性整体表现出下降趋势^[33]。而李会云等^[34]发现随土壤含盐量的增加,葡萄砧木叶片中SOD、CAT和POD活性先升高后降低。CAT对盐胁迫反应更加的敏感,活力在低浓度的盐胁迫时即受破坏。同样,颜志明等^[35]也发现盐胁迫初期,草莓叶片SOD、POD和CAT活性呈现先上升趋势,酶活性6h达到最大,随后呈现下降趋势。

可以看出,在低浓度盐胁迫下,果树的保护酶活性上升,抑制自由基产生,稳定体内的代谢平衡,缓解盐胁迫带来的不良危害。但随着胁迫程度的加深和胁迫时间的增加,保护酶被破坏,活性降低,导致无法清除体内的自由基和活性氧,果树叶片发黄。据He等^[36]报道,导入苹果亚精胺合成酶(SPD)的转基因梨进行盐胁迫处

理,其MDA和 H_2O_2 的含量低于野生型,具有较高的抗氧化能力,表明在转基因株系中增加SPD含量增强了其抗氧化能力。

3.2 合成渗透调节物质

在盐胁迫时,果树体内合成的一些渗透调节物质与植物的耐盐性有一定的相关性^[37],主要有脯氨酸、甘氨酸甜菜碱、可溶性糖、多元醇、多胺和蔗糖等少数几种。脯氨酸是一种小分子的渗透调节物质,是水溶性最大的一种氨基酸之一,盐胁迫下果树积累高水平的脯氨酸是抵抗渗透胁迫的有效方式之一^[38],它是果树受到胁迫的一种信号。甘氨酸甜菜碱是一种渗透调节剂和酶保护剂,能够保持盐胁迫下细胞膜完整性的细胞相容性物质^[39]。在盐胁迫下,可溶性糖作为渗透调节剂存在^[38],也为其它有机溶质的合成提供碳原料,对细胞膜和原生质体也有稳定作用,并提供能量以及在胁迫下起到保护作用。

杨文翔^[40]研究发现随着盐胁迫加强及处理时间的延长,海棠砧木中可溶性蛋白质、可溶性糖含量先升高后下降,且在较高盐胁迫处理下低于对照水平。据 Santa-Cruz 等^[41]报道,脯氨酸的积累是植物在盐胁迫下自身出现的一种防御性行为。阎艳霞等^[42]在NaCl胁迫条件下发现4个枣品种叶片的脯氨酸含量均随着NaCl浓度的增大而上升,雷钧杰等^[43]、肖强等^[44]也都在不同果树上得到了相同的结论。相同盐胁迫条件下耐盐性强的光皮木瓜其可溶性糖含量一直上升,而耐盐性弱的树种变化趋势是先上升后下降^[45],但是出现下降的时间不同。盐胁迫下葡萄叶片^[46]中游离脯氨酸和可溶性糖含量显著上升,由此推断脯氨酸、可溶性糖是葡萄在盐胁迫初期的重要有机渗透调节物质,而可溶性蛋白质在葡萄中的渗透调节作用还需要进一步研究。马翠兰等^[47]发现盐胁迫下,坪山柚和福橘幼苗叶片中可溶性蛋白质含量增加并随NaCl浓度的增高而增上升。

据 Yang^[48]的报道,外源脯氨酸能明显降低草莓叶片细胞质膜透性和MDA含量,而在30~40 mmol/L时下降效果较为明显。外源脯氨酸能提高盐胁迫下雌雄幼苗APX活性及叶片相对含水量^[49]。

3.3 果树对离子的选择性吸收

果树一般不能在高度盐胁迫的环境下正常生长,原因之一就是高浓度的盐离子对果树的毒害作用。但是果树能够在低浓度的盐溶液下生长,这由其对盐离子的耐性决定,果树可全部或部分承受盐胁迫而不引起伤害或轻微伤害。

果树对盐离子耐性的一种途径就是离子的选择吸收。在低盐浓度下, K^+ 优先被根系吸收,从而抑制了 Na^+ 的进入。在高盐浓度下, K^+ 、 Na^+ 相互抑制吸收,果树对离子吸收的选择性下降^[50], Na^+ 、 K^+ 的通透性均降

低,很可能是果树对盐胁迫的一种适应机制。

在盐胁迫下果树可以通过增强对 Ca^{2+} 的吸收来提高细胞膜的稳定性。 Ca^{2+} 浓度的增加可以改变某些蛋白质翻译转录过程,诱导新的胁迫蛋白产生,提高果树抗逆性^[51]。 Ca^{2+} 对植物抗盐性有重要影响,胁迫下 Ca^{2+} 浓度的增加可以调节适宜的 K^+ 、 Na^+ 平衡^[52]。而王耀晶等^[54]试验表明,硅能够降低盐胁迫下草莓叶片细胞膜透性,使MDA含量减少,减轻膜质过氧化程度;硅能提高SOD活性,减轻了活性氧及自由基对草莓叶片的毒害作用,提高了根系活力,使根系细胞膜透性降低、植株生物产量增加。同样,盐胁迫下,加硅处理提高了金丝小枣叶绿素含量^[53],叶片各个组织的细胞中K、Na元素相对含量均显著升高,Ca/Na和Si/Na几乎在所有组织的细胞中均显著下降^[54],地茎加粗,新梢增长,木质化程度增加,金丝小枣的生长和抗性提高,与徐呈祥等^[55]在“赤霞珠”葡萄幼苗上的研究结果一致。

4 小结

盐胁迫是非常复杂的生理生态学问题,深入了解果树对盐胁迫的响应和缓解机制,对于盐渍化果园土壤改良途径和方法研究应用及优质果品的持续稳定生产具有十分重要的意义。几十年来,科研工作者在不同树种砧木的耐盐性鉴定、耐盐品种选育等方面开展了大量研究,在有些树种上取得了阶段性成果,但是与其它大田作物相比还存在很大差距。在长期的进化过程中,自然界出现了大量的耐盐性植物,蕴藏着特有的耐盐基因。通过研究耐盐植物的耐盐基因,并进行定位、克隆,最后转化到果树中来提高果树的耐盐性。相信不久的将来,通过基因技术与其它技术相结合,一定会培育出优良的耐盐性果树品种。

参考文献

- [1] 巴逢辰,赵羿.中国海涂土壤资源[J].土壤学报,1997,28(2):49-51.
- [2] Land and Water Development Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome. Land Resource Potential and Constraints at Regional and Country Levels[R]. World Soil Resources Report, 2000; 1-112.
- [3] 杨晓慧,蒋卫杰,魏珉,等.植物对盐胁迫的反应及其抗盐机理研究进展[J].山东农业大学学报(自然科学版),2006,37(2):302-305.
- [4] 马献发,张继舟,宋凤斌.植物耐盐的生理生态适应性研究进展[J].科技导报,2011(14):76-79.
- [5] 杨少辉,季静,王昱宋,等.盐胁迫对植物影响的研究进展[J].分子植物育种,2006,4(3):139-142.
- [6] Ali H, Tucher T C, Thompson T L, et al. Effects of salinity and mixed ammonium and nitrate nutrition on the growth and nitrogen utilization of barley[J]. Agro Crop Sci, 2001, 186: 223-228.
- [7] 王丹丹.盐胁迫下樱桃砧木生长、生理生化及解剖结构的研究[D].天津:天津农学院,2013:22-33.
- [8] 欧阳妮,招礼军,朱栗琼,等.盐胁迫对红鳞蒲桃苗木生长和生理特性的影响[J].广西科学院学报,2014(3):176-180.
- [9] 杨启良,张富仓,刘小刚,等.不同滴灌方式和NaCl处理对苹果幼树

生长和水分传导的影响[J]. 植物生态学报, 2009(4): 824-832.

[10] Yin R, Bai T H, Ma F W, et al. Physiological responses and relative tolerance by Chinese apple rootstocks to NaCl stress[J]. Scientia Horticulturae, 2010, 126(2): 247-252.

[11] 杨升, 张华新, 刘涛. 盐胁迫对三种不同耐盐类型植物生长和生理生化影响[A]. 国科学技术协会、天津市人民政府. 第十三届中国科协年会第16分会场-沿海生态建设与城乡人居环境学术研讨会论文集[C]. 中国科学技术协会/天津市人民政府, 2011: 1-9.

[12] Flexas J, Bota J, Galmés J, et al. Keeping a positive carbon balance under adverse conditions: responses of photosynthesis and respiration to water stress[J]. Physiol Plant, 2006, 127: 343-352.

[13] 克热木·伊力, 侯江涛, 买合木提, 等. 盐胁迫对扁桃光合特性和叶绿体超微结构的影响[J]. 西北植物学报, 2006(11): 2220-2226.

[14] Müller P, Li X P, Niyogi K K. Non-photochemical quenching: a response to excess light energy[J]. Plant Physiol, 2001, 125: 558-566.

[15] 惠红霞, 许兴, 李守明. 盐胁迫抑制枸杞光合作用的可能机理[J]. 生态学杂志, 2004, 23(1): 5-9.

[16] 袁继存, 程存刚, 赵德英, 等. 盐胁迫下两个苹果品种光合性能研究[J]. 北方园艺, 2012(8): 1-4.

[17] 孟艳玲, 魏海蓉, 刘庆忠, 等. 盐处理下2种砧木对甜樱桃“萨米脱”光合影响的比较[J]. 中国农学通报, 2011(19): 199-204.

[18] 夏阳, 梁慧敏, 王太明, 等. 盐胁迫对苹果器官中钙镁铁锌含量的影响[J]. 应用生态学报, 2005(3): 431-434.

[19] 孙孟超, 尹贻鹏, 马晓蕾, 等. 盐胁迫对欧李幼苗生理响应及离子含量的影响[J]. 经济林研究, 2012(2): 33-37.

[20] 房玉林, 宋士任, 王华, 等. NaCl胁迫对葡萄幼苗根际pH值及营养成分的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2008(4): 814-818.

[21] 王慧英, 孙建设, 张建光. NaCl胁迫对苹果砧木K⁺和Na⁺吸收的影响及其与耐盐性的关系[J]. 河北农业大学学报, 2002, 25(增刊1): 104-107.

[22] 马翠兰, 刘星辉, 陈素英. 盐胁迫下柚和橘幼苗体内矿质元素变化的比较研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2005(4): 333-337.

[23] 颜志明, 魏跃, 贾思振, 等. 盐胁迫对草莓抗氧化系统和离子吸收的影响[J]. 北方园艺, 2013(9): 1-4.

[24] Hussain S, Luro F, Costantino G, et al. Physiological analysis of salt stress behaviour of citrus species and genera: Low chloride accumulation as an indicator of salt tolerance[J]. South African Journal of Botany, 2012, 81: 103-112.

[25] 马丽清, 韩振海, 周二峰, 等. 盐胁迫对珠美海棠和山定子膜保护酶系统的影响[J]. 果树学报, 2006(4): 495-499.

[26] 李艳华, 杨敏生, 王海英, 等. 树木抗盐生理研究进展[J]. 河北林果研究, 2000, 15(2): 189-196.

[27] 刘兵. 苹果属两种植物组织培养及耐盐性研究[D]. 天津: 天津农学院, 2011: 49-50.

[28] 齐曼·尤努斯, 李阳, 术合塔尔, 等. NaCl、Na₂SO₄胁迫对新疆大果沙枣种子萌发及生理特性的影响[J]. 新疆农业科学, 2006, 43(2): 136-139.

[29] Wu Q S, Zou Y N. Adaptive responses of birch-leaved pear (*Pyrus betulaefolia*) seedlings to salinity stress[J]. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 2009, 37(1): 133.

[30] 李青云, 葛会波, 胡淑明, 等. 盐胁迫下外源钙对草莓内源激素含量的影响[J]. 西北植物学报, 2008, 28(3): 517-522.

[31] 胡晓立, 李彦慧, 陈东亮, 等. 3种李属彩叶植物对NaCl胁迫的生理响应[J]. 西北植物学报, 2010(2): 370-376.

[32] 刘遵春, 张军良, 包东娥, 等. NaCl胁迫对“金光”杏梅幼苗生长及其

生理指标的影响[J]. 西北植物学报, 2007(9): 1838-1842.

[33] 秦红艳, 沈育杰, 李昌禹, 等. 不同葡萄品种膜质过氧化和保护酶活性对盐胁迫的响应[J]. 北方园艺, 2010(20): 4-9.

[34] 李会云, 郭修武. 盐胁迫对葡萄砧木叶片保护酶活性和丙二醛含量的影响[J]. 果树学报, 2008(2): 240-243.

[35] 颜志明, 魏跃, 贾思振, 等. 盐胁迫对草莓抗氧化系统和离子吸收的影响[J]. 北方园艺, 2013(9): 1-4.

[36] He L X, Ban Y, Inoue H, et al. Enhancement of spermidine content and antioxidant capacity in transgenic pear shoots overexpressing apple spermidine synthase in response to salinity and hyperosmosis[J]. Phytochemistry, 2008, 69(11): 2133-2141.

[37] 张淑红, 张恩平, 庞金安, 等. 植物耐盐性研究进展[J]. 北方园艺, 2000(3): 19-20.

[38] 赵可夫, 范海. 盐生植物及其对盐渍生境的适应生理[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 32-55.

[39] 杨晓慧, 蒋卫杰, 魏珉, 等. 植物对盐胁迫的反应及其抗盐机理研究进展[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2006, 37(2): 302-305.

[40] 杨文翔. 盐胁迫对三个海棠砧木品种生理及生长的影响[D]. 南京: 南京林业大学, 2011: 57-64.

[41] Santa-Cruz A, Acosta M, Rus A, et al. Short-term salt tolerance mechanisms in differentially salt tolerant tomato species[J]. Plant Physiol Biochem, 1999, 37(1): 65-71.

[42] 阎艳霞, 壬玉魁, 张东. 不同枣品种对NaCl胁迫的适应性研究[J]. 河南农业大学学报, 2008, 42(4): 398-341.

[43] 雷钧杰, 赵奇, 陈兴武, 等. 四翅滨藜耐盐生理的研究[J]. 中国农学通报, 2008, 24(9): 253-259.

[44] 肖强, 郑海雷, 陈瑶, 等. 盐度对互花米草生长及脯氨酸、可溶性糖和蛋白质含量的影响[J]. 生态学杂志, 2005, 24(4): 373-376.

[45] 李景. 五种木瓜属植物耐盐性的研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2012: 90-96.

[46] 樊秀彩, 张亚冰, 刘崇怀, 等. NaCl胁迫对葡萄幼苗叶片有机渗透调节物质和膜脂过氧化的影响[J]. 果树学报, 2007(6): 765-769.

[47] 马翠兰, 刘星辉, 潘锦山, 等. 盐胁迫对坪山柚、福橘幼苗叶片蛋白质合成的影响[J]. 福建农业大学学报, 2005(4): 450-453.

[48] Yang H B. Effect of Exogenous Proline on Salt Tolerance of Strawberry Seedlings[A]. 中国园艺学会. Proceedings of the Third Conference on Horticulture Science and Technology[C]. 中国园艺学会, 2012: 152-155.

[49] 蒋雪梅, 戚文华, 肖娟, 等. 盐胁迫下外源脯氨酸对银杏雌雄幼苗生理生化特性的影响[J]. 植物生理学报, 2013(6): 579-585.

[50] Li J H, Sagi M, Gale J. Response of tomato plants to saline water as affected by carbon dioxide supplement ation, I. Growth, yield and fruit quality[J]. Journal of Horticultural Science & Bio-technology, 1999, 74(2): 232-237.

[51] 马建华, 郑海雷, 赵中秋. 植物抗盐机理研究进展[J]. 生命科学研究, 2001, 5(3): 175-179.

[52] Pliet H C. Calcium: Just an other regulator in the machinery of life[J]. Ann Bot, 2005, 9(6): 1-8.

[53] 徐呈祥, 徐锡增. 硅对盐胁迫下金丝小枣叶绿素荧光参数和气体交换的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2005(1): 25-28.

[54] 王耀晶, 郭修武, 王英. 盐胁迫下硅对草莓生长发育的影响[J]. 北方园艺, 2008(1): 22-24.

[55] 徐呈祥, 徐锡增. Si对NaCl胁迫下金丝小枣叶片中矿质元素微域分布的影响[J]. 果树学报, 2010(3): 355-362.

[56] 雷玉娟. 外源硅对盐胁迫下赤霞珠葡萄幼苗的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008: 27-44.

DOI:10.11937/bfyy.201509050

北京西城区蔬菜“短链型”终端零售模式探讨

张天琪

(北京农业职业学院 现代服务管理系,北京 102442)

摘要:“菜摊子”决定着消费者手中“菜篮子”品种的多样性和菜价的合理性。在对北京西城区蔬菜零售终端网络现状进行调研的基础上,分析了北京西城区蔬菜零售终端的主要特点及问题,提出了“短链型终端零售模式”,并针对西城区蔬菜零售终端网络建设提出建议。

关键词:蔬菜;零售终端;“短链型”模式

中图分类号:S 63-3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)09-0186-04

伴随城市化进程的加快,丰富首都居民“菜篮子”的生产基地不断向远离城市的外围郊区转移,打破了原有的“近郊为主、远郊为辅”的生产布局,使城郊的“菜园子”渐行渐远。如曾经为北京市民供菜 1.13 万 hm^2 以上的石景山、朝阳、丰台等地,目前已缩减到不足 700 hm^2 。城市蔬菜自给率的下降和外地蔬菜基地的远途配送,致使北京蔬菜流通成本居高不下,菜价的季节性波动在所难免。根据央视经济半小时节目《聚焦物流顽疾:物流堵在最后一公里》调查显示,蔬菜从批发市场到零售终端的这最后一公里,流通成本比从山东寿光运输到北京的费用至少高出 150%^[1]。城市关乎民生的“菜园子”越来越远,最后 1 km 的零售终端“菜摊子”越做越难。为了解零售终端网点“菜摊子”的问题,以北京西城区为例

进行典型分析。

1 北京西城区蔬菜消费情况

西城区是首都功能核心区之一。辖区面积 50.70 km^2 。东与东城区相连;西与海淀区、北与朝阳区毗邻;南接丰台区。管辖区内有 15 个街道、255 个社区。2012 年末,全区常住人口 128.7 万人,每天消费蔬菜量约 45 万 kg ^[2](根据全区零售网终端店计算)。

随着居民家庭收入水平的提高,人们更加注重食品消费的质量,从吃饱到吃好,再到绿色食品,重科学、讲营养已成为居民饮食消费的一种时尚。为了使餐桌上蔬菜的营养更均衡,蔬菜的需求种类趋于多样化,城市居民对蔬菜质量和品牌的重视程度逐渐提高,由追求数量向质量转变,数量需求基本趋于稳定状态。根据西城区统计年鉴,从 2001 年至 2012 年,西城区居民人均蔬菜年消费量在 110 kg 左右徘徊,最高是 2004 年的 122.4 kg ,最低是 2006 年的 109.9 kg ^[3]。

作者简介:张天琪(1970-),女,重庆永川人,硕士,副教授,高级工程师,研究方向为农产品物流。E-mail:zhang_tianqi@163.com.

基金项目:北京农业职业学院院级课题资助项目(2013039)。

收稿日期:2015-01-16

Research Progress on Response and Alleviation Mechanism of Fruit Trees to Salt Stress

GAI Wen-xian¹, LI Fang-dong², ZHANG Fu-xing^{1,2}, SUN Qing-tian²

(1. College of Life Sciences, Yantai University, Yantai, Shandong 264005; 2. Yantai Academy of Agricultural Sciences of Shandong Province, Yantai, Shandong 265500)

Abstract: Salt stress was one of the important factors affecting the growth and development of fruit trees, a series of physiological and biochemical characteristics would be affected under salt stress. The high concentration of salt will cause the fruit trees yield reduction and even death. According to the domestic and foreign literatures, this article from the response mechanism of fruit trees under salt stress in 4 aspects of the external morphology, photosynthesis, ion content, membrane permeability were discussed and the alleviation mechanism of fruit trees under salt stress in 3 aspects of improving the enzymatic antioxidant capacity, synthesis of osmotic regulation substances, ion selective absorption were reviewed.

Keywords: fruit trees; salt stress; response; alleviation