

盐胁迫对苜蓿影响的研究进展

孙 婷¹, 张月学^{1,2}, 尚 晨², 陈 晶¹, 张海玲², 李佑恺², 刘慧莹²

(1. 哈尔滨师范大学, 黑龙江 哈尔滨 150025; 2. 黑龙江省农业科学院 草业研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:苜蓿是世界上种植面积最大的豆科牧草, 在我国的农业、畜牧业中起到了重要的作用。苜蓿属于中等耐盐作物, 但在盐胁迫下仍会对苜蓿的生长造成多方面的影响。从盐胁迫对苜蓿种子萌发、产量和品质的影响, 以及盐胁迫对苜蓿光合作用、呼吸作用、细胞膜透性、离子水平的影响等几方面入手, 对苜蓿盐胁迫研究现状及进展进行了概述。

关键词:苜蓿; 盐胁迫; 耐盐性

中图分类号:S551⁺.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)02-0140-03 **DOI:**10.11942/j.issn1002-2767.2016.02.0140

土壤盐碱化已成为人类面临的难题之一。盐碱地就是土壤中含有过量的可溶性盐且不利于植物生长的土地, 根据土壤中盐碱含量的多少, 可划分为轻度(0.10%~0.25%)、中度(0.25%~0.50%)和重度(0.50%~0.60%)盐碱地^[1]。盐碱地形成的主要原因是生态环境的不断恶化和人们对土地的不合理开发利用, 如气候的变迁、地下水的移动、过度垦殖、耕作技术不当等, 导致了土壤中可溶性盐分增多, 严重影响了植物的生长发育和蛋白质合成等, 高盐时甚至会造成植物死亡。如王美娥^[2]等对小麦的研究表明, 与对照相比, 不同盐胁迫下小麦产量均降低; 季平等^[3]对大豆的研究表明, 盐胁迫条件下大豆的粒数和产量均显著下降; 郑世英^[4]等对玉米的研究表明, 玉米在盐胁迫条件下会影响生长发育, 导致产量降低, 盐浓度与产量呈负相关。据估计, 世界耕地中大约有9.5亿hm²为盐碱地, 并且每年以100万~150万hm²的速度增长^[5], 而中国有9 913万hm², 约占总耕地面积的10%^[1]。因此改良利用盐碱地, 提高盐碱地的生产效率对于促进农村经济发展具有重要意义^[6]。

苜蓿作为重要的多年生豆科优质牧草, 被誉为“牧草之王”, 对人类和畜牧业的发展起着重要作用。其粗蛋白含量非常丰富, 含量通常在15%~22%^[7], 而且饲料转化率也很高, 是反刍家

畜的优质饲料。此外, 苜蓿具有中强度的耐盐性, 叶片具有一定的排盐能力, 所以也是改良盐碱地的理想作物^[8]。因此很多生物学家已经对苜蓿抗盐性进行了深入的研究, 并且已经取得了阶段性的成果, 为盐碱地的改良和农业经济的发展作出了很大贡献。

近年来, 国内外有关盐害对苜蓿影响的研究倍受关注, 并且取得了很好的成果, 已经逐渐应用于生产实践。为促进苜蓿耐盐研究, 发展盐碱地苜蓿的生产, 本文就盐胁迫对苜蓿的影响进行简要论述。

1 盐胁迫对苜蓿生长发育及品质的影响

1.1 对种子萌发的影响

植物可根据对盐分的耐受能力分为盐生植物(halophyte)和甜土植物(glycophyte), 无论是哪种植物, 其种子在盐度大于1.5%条件下不萌发或萌发率降低^[9]。植物对盐胁迫最敏感时期就是种子萌发期, 这个时期也是判定该植物种群能否在盐碱环境下生长的关键阶段, 不仅影响种子本身的播种品质, 也可能影响到作物整个生长季的正常发育。研究盐胁迫对植物萌发早期幼苗生长的影响, 具有重要的生物学和生态学意义^[8]。近年来, 很多科学家已经对耐盐品种进行了研究, 而且已有许多相关研究报道。侯锋利^[10]的研究结果表明, 当NaCl质量分数小于等于0.42%时可使苜蓿种子正常萌发, 而其耐盐的临界浓度可能在0.6%~0.9%, 所以说苜蓿种子是存在一定的耐盐性的。贾利霞^[11]研究了不同浓度的NaCl对不同苜蓿种子萌发的影响, 当种子在盐胁迫下发芽率越高证明种子的生命力越强, 生命力越强的种子其抗盐能力和增产潜力越大。霍平慧^[12]等人研究指出超干处理的苜蓿种子在10、

收稿日期: 2015-12-14

基金项目: 黑龙江省博士后特别资助基金资助项目(LBH-TZ1209)

第一作者简介: 孙婷(1989-), 女, 吉林省白城市人, 在读硕士, 从事牧草遗传与育种研究。E-mail: suntgzzj@163.com。

通讯作者: 张月学(1954-), 女, 黑龙江省巴彦县人, 硕士, 研究员, 从事牧草资源育种研究。

20 mmol·L⁻¹盐胁迫下,胚根长高于或接近对照,而上胚轴长接近或稍低于对照,差异不显著。60、100 mmol·L⁻¹盐胁迫下,苜蓿幼苗胚根长和上胚轴长显著低于对照,表明苜蓿种子和幼苗的抗盐能力与含水量有很大关系。

1.2 对产量的影响

目前盐胁迫是限制农作物生长的主要因素之一,盐胁迫实质是渗透胁迫,当土壤中盐分含量达到可以改变水势时就会对苜蓿产生影响,从而使农作物产量降低,而评价苜蓿抗逆性和生产能力的重要指标就是产草量。当苜蓿受到盐胁迫时,首先伤害其根部影响其吸水能力并且抑制根的生长,同时使叶片含水量降低,导致茎和叶的生长也受到抑制^[13],最终影响苜蓿的产量。郑普山^[14]等研究结果表明,在盐碱地上种植苜蓿会导致苜蓿减产,其鲜草总产量会降低 18.9%~43.5%。Boughanm^[15]研究表明,紫花苜蓿在 150 mmol·L⁻¹ NaCl 的长期胁迫下,降低了叶片的大小,导致苜蓿产量下降。桂枝^[16]等对 6 种苜蓿研究表明,不同苜蓿品种随着盐浓度的升高其产草量也在逐渐下降,除中苜 1 号外,NaCl 浓度为 0.700% 时其它 5 个品种的产量受盐害的影响已经非常严重。这些研究均表明了盐胁迫会抑制苜蓿生长,降低苜蓿产草量。

1.3 对品质的影响

现已有很多实验证明盐胁迫与品质的相关性,为苜蓿的引种、栽培、培育及选育工作做出了很多贡献。研究苜蓿的品质一般从酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维、粗灰分这 3 个重要品质性状做研究,其品质主要是受土壤盐分含量影响的。桂枝^[17]等人对紫花苜蓿的品质研究表明紫花苜蓿粗蛋白含量和粗纤维含量基本不受盐胁迫的影响,而粗灰分含量受盐胁迫影响极显著,其含量只有在盐分浓度为 0.400% 时最高。王常慧^[18]认为随着盐浓度的升高中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)含量没有显著差异,而粗灰分有明显的差异显著性。

2 盐胁迫对苜蓿生理代谢的影响

2.1 对光合作用的影响

植物进行光合作用的主要场所是叶绿体,而盐胁迫会破坏叶绿体的结构导致其数目减少,并且会使叶绿体加速衰老,严重影响叶绿体对光能的吸收^[19],所以盐胁迫主要是对叶绿体的影响从而影响了植物的光合作用。盐胁迫可显著抑制植物的光合作用,而且随着盐浓度的升高,作用时间的加长其抑制程度越大。叶绿素是绿色植物进行光合作用的主要色素,张其德^[20]研究表明盐胁迫

还可影响叶绿素分解酶的活性,使其活性提高导致叶绿素含量降低,而 Cater 的研究进一步表明,叶绿素减少主要是由于叶绿素酶对叶绿素 b 的降解所致,所以盐胁迫下,叶绿素 a / 叶绿素 b 的比例升高^[21-22],这与高战武的研究结果是相同的。而叶绿素含量与光合作用的关系十分密切,所以叶绿素含量降低时也会影响苜蓿对光能的吸收。

2.2 对呼吸作用的影响

呼吸作用是苜蓿代谢的驱动力。当苜蓿处于高盐胁迫时,光合作用受到影响,导致苜蓿没有得到足够的养分,迫使呼吸作用加强来维持正常的生理功能,其趋势是呼吸消耗增多,净光合速率下降,使苜蓿生长缓慢,甚至死亡^[19]。但是李盟^[23]研究表明苜蓿在盐含量低于一定浓度时其呼吸作用基本不会受到影响,适当提高盐浓度反而会促进呼吸作用。杨秀红^[24]研究表明由于盐胁迫条件下影响酶的活性,最终才导致呼吸代谢加快或减弱。利容千^[25]等研究表明,当用高盐度处理菜豆时,其呼吸作用被抑制,而在低盐度下其呼吸作用被促进。

2.3 对细胞膜透性的影响

生长在正常条件下的植物,细胞壁和细胞膜是相互接触的,而在盐胁迫下,苜蓿细胞的质膜透性增加,直接损伤细胞的膜脂和膜蛋白,同时细胞会发生质壁分离现象,破坏了细胞结构,造成细胞内电解质渗漏加剧,使细胞失水,甚至死亡。高度抗盐的植物细胞膜比较稳定,盐胁迫对其伤害较低,而抗盐性差的植物则相反。李源^[26]等对 18 个苜蓿品种在盐胁迫下进行研究表明,盐胁迫下细胞膜透性可以反映质膜受损伤的程度,数值越大质膜受到的伤害也就越大。黄俊轩^[27]等对 10 种苜蓿耐盐性研究表明,随着处理盐浓度的增高,各品种苜蓿细胞膜透性呈逐渐上升趋势。阎秀峰^[28]等对星星草的研究也得到了相同的结果。

2.4 对离子水平的影响

离子毒害是盐胁迫条件下对苜蓿造成的主要危害之一。盐分中主要是 Na⁺ 对植物的危害较重,极易造成特殊离子效应的单盐毒害,如植物细胞里的钠离子浓度过高时,细胞膜上原有的钙离子会被钠离子取代,使细胞膜出现微小的漏洞,导致细胞内外的浓度发生变化,从而影响植物生长发育。赵檀方发现盐离子和矿质元素离子的相互作用,影响了植物对其它营养离子(如 K⁺、Ca²⁺)的吸收,导致植株营养不良,并且扰乱了渗透调节^[29]。景艳霞^[30]等实验研究表明,在盐胁迫下苜蓿会过量吸收有害的 Na⁺,而影响了有益离子

的吸收,如 K^+ 和 Ca^{2+} 的吸收,导致 Na^+/K^+ 比例失调,最终影响整个植株的正常生理活动的进行。Boughanm^[15] 研究表明在高盐胁迫下,对老叶的损伤要比新叶的损伤严重,这种损伤与 Na^+/K^+ 比和清除过氧化氢酶的活性有关。景艳霞^[31] 的另一研究表明,随着盐浓度的升高,苜蓿根、茎、叶中的 Na^+ 的含量升高, K^+ 含量下降,不同器官中 K^+/Na^+ 值随着盐浓度的升高而下降。

3 结论与展望

土壤盐碱化对农业的影响是一个全球性的问题,全球 20% 的耕地和近半数的灌溉土地都受到不同程度的盐害威胁^[32]。面临这种危害,目前已有 4 种改良盐碱地的方法:水利改良技术^[33] 主要采取排水脱盐的方法,但其弊端是成本高,浪费水资源;物理改良^[1] 主要通过整地法、深耕深翻法、填沙法、秸秆还田等方法,改善土壤物理性质,其弊端是工程大,对人力物力需求极高;化学改良主要是在盐碱地中施加石膏、矿渣、聚丙烯酰胺溶液等改良剂,其弊端是污染地下水,破坏土壤结构;生物改良法主要是选择耐盐作物来改良盐碱土壤,盐生植物的生长可以增加土壤的覆盖面积,使土壤中水分蒸发减少,避免了盐分在土壤中的积累;还可通过植物根系将土壤中的部分盐分控制在根系以下,增加土壤有机质;待枯草腐烂分解后,会产生有机酸和 CO_2 ,起到中和改善土壤的作用;某些植物本身可以从土壤中吸收少量盐分,通过收割会去除部分盐分。因此,生物改良法虽然比较其它几种方法相对见效慢,但投资少,成本低,省人力。在盐碱地上种植耐盐的苜蓿品种,不但可以起到土壤改良、治理的作用,还可以承载放牧,收获牧草,使难以利用的低产田也能获得经济效益,增加农民收入。以此为基础,形成以生物改良为主,同时将水利、物理、化学等各项改良措施有机结合良性盐碱地改良模式,可以营造出良好的农业生产环境,为农业和畜牧业发展奠定良好的基础。

近年来对提高苜蓿抗盐性的研究越来越深入,已有很多提高抗盐性的方法,特别是分子生物学的方法,如利用组织培养和细胞融合技术分离抗盐性强的植物;用转基因技术提高苜蓿耐盐性的研究等,但以上这几种方法成功率仍然不高^[19]。所以,仍然需要从事基础研究,只有彻底了解苜蓿的耐盐机理,才能提出避免盐害的有效手段,降低盐分对苜蓿的影响,为农业和畜牧业发展奠定基础。相信随着生物技术的快速发展,在苜蓿抗盐等相关研究上必定会取得重大突破,最终推动农业的经济发展。

参考文献:

- [1] 王金才,尹莉. 盐碱地改良技术措施[J]. 现代农业科技, 2011(12):282-284.
- [2] 王美娥,陈明,郎有忠,等. 盐胁迫对小麦光合生产及产量的影响[J]. 江苏农业学报,2013,29(4):727-733.
- [3] 季平,张鹏,徐克章,等. 不同类型盐胁迫对大豆植株生长状况和产量的影响[J]. 大豆科学,2013,32(4):477-481.
- [4] 郑世英,商学芳,王丽燕,等. 盐胁迫对不同基因型玉米生理特性和产量的影响[J]. 干旱地区农业研究,2010,28(2):109-112.
- [5] Kovda V A. Loss of productive land due to salinization[J]. Ambio,1983,12(2):91-93.
- [6] 李兆南,孙石. 大豆耐盐性鉴定研究进展[J]. 现代农业科技,2001(8):11-13.
- [7] 李富娟,王永雄. 苜蓿蛋白质及影响苜蓿粗蛋白含量的主要因素[J]. 四川草原,2006(2):6-9.
- [8] 王文斌,金润熙,邓西平,等. 苜蓿幼苗芽、根器官对盐胁迫的生理生化响应[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2009,37(5):217-223.
- [9] Flowers T J, Troke P F, Yeo A T. The mechanism of salt tolerance in halophytes[J]. Annual Review of Plant Physiology,1977,28:89-121.
- [10] 缙锋利. NaCl 胁迫下 8 个苜蓿品种萌发期耐盐性比较研究[J]. 陕西农业科学,2011(3):78-82.
- [11] 贾利霞,张众. NaCl 胁迫对苜蓿种子萌发的影响[J]. 内蒙古草业,2008,20(1):40-42.
- [12] 霍平慧,李剑峰,师尚礼,等. 盐胁迫对超干处理苜蓿种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 草原与草坪,2011,31(1):13-18.
- [13] 贾广云,张博,王玉祥,等. NaCl 胁迫对苦马豆种子萌发的影响及生理效应[J]. 中国农学通报,2009,25(8):181-184.
- [14] 郑普山,郝保平,冯悦晨,等. 不同盐碱地改良剂对土壤理化性质、紫花苜蓿生长及产量的影响[J]. 中国生态农业学报,2012,20(9):1216-1221.
- [15] Boughanm N, Michonneau P, Daghfous D, et al. Adaptation of Medicago sativa cv. Gabes to long-term NaCl stress[J]. Journal of Plant Nutrition Sil Science, 2005, 168:262-268.
- [16] 桂枝,高建明,袁庆华. 盐胁迫对紫花苜蓿品质和产量的影响[J]. 安徽农业科学,2008,36(19):7990-7992.
- [17] 桂枝,高建明,袁庆华. 盐胁迫对紫花苜蓿品质的影响[J]. 天津农学院学报,2008,15(2):7-10.
- [18] 王常慧,杨建强,王永新,等. 不同收获期及不同干燥方法对苜蓿草粉营养成分的影响[J]. 动物营养学报,2004,16(2):60-64.
- [19] 刘国花. 植物抗盐机理研究进展[J]. 安徽农业科学,2006,34(23):6111-6112.
- [20] 张其德. 盐胁迫对植物及光合作用的影响(中)[J]. 植物杂志,2001(1):28-29.
- [21] Carter D R, Cheese man J M. The effect of external NaCl on thylakoid stacking in lettuce plants[J]. Plant Cell Environ,1993,16:215-223.
- [22] 刘巍,于志水,纪纯阳,等. 植物盐胁迫研究进展[J]. 防护林科技,2008(1):57-61.
- [23] 李盟. 水盐胁迫对 4 个树种生长和生理特性的影响[D]. 南京:南京农业大学,2011.