

苜蓿种质资源概况及耐盐性研究进展

陈小芳 徐化凌 毕云霞

(山东省东营市农业科学研究院, 东营 257091)

摘要: 苜蓿是世界上种植最广的优质豆科牧草之一, 培育耐盐新品种是减少盐渍化土壤对苜蓿生长发育和产量影响的重要途径。综述了苜蓿的起源、分布和分类, 耐盐生理及耐盐性育种方面的主要研究进展, 并对其耐盐性研究的前景进行了讨论。

关键词: 苜蓿; 种质资源; 耐盐生理; 耐盐育种

盐渍化土壤使农作物低产或不能生长, 是制约现代农业增产、增效和实现农业良性发展的主要限制因素之一, 是经济与社会问题, 同时也是生态环境问题。通过工程措施解决盐渍化是一项复杂、难度大、需时长的工作, 因此培育耐盐品种就成为改良盐渍化土壤的有效途径。通过对苜蓿耐盐性的提升, 不仅可使饲草产量增加, 使蛋白质饲料短缺问题得以缓解, 且可使盐碱地具备更高的利用率, 对生态环

境保护、农业和社会经济可持续发展有着重要意义。

苜蓿是栽培历史最为悠久的豆科牧草, 在全球范围内均有种植, 可较好的生长于中性或轻度盐碱地上, 属于相对耐盐的一类豆科牧草。苜蓿茎叶繁茂, 地表覆盖度大, 可有效减少地面蒸腾, 抑制土壤返盐, 同时其发达的根系入土深, 可促进降水的淋盐作用, 使土壤盐分含量下降, 并减少水土流失, 具有广泛的农学意义。

1 苜蓿的起源、分布与分类

1.1 苜蓿的起源及传播 苜蓿是一种来自近东和

基金项目: 东营市科技计划专项(2015GG0103); 山东省农业良种工程项目(2016LZGC010-5)经费资助

4 总结与展望

因现有育种数据管理工具的落后, 育种数据分析平台的匮乏, 提出并构建了以 Django 为 Web 框架、Python 为后端操作建模语言、MongoDB 为数据库的新型架构, 论述了其在育种平台下的应用优势。随后, 研究该架构下的育种服务与云技术模式的契合点, 在云技术下重点开发了数据统计、分析、模型应用等服务, 育种家可根据种子特征因素绘制种子性状统计图, 进行数据分析, 还可对种子材料的优劣进行评价并利用机器学习算法对其性状聚类, 挖掘潜在规律。此外, 还重点建设云存储数据中心及对外分析服务, 解决了海量数据存储的问题, 其特色在于便利了育种数据的管理, 减少了育种数据存储的成本, 实现了育种数据的资源共享。具有广阔的应用前景。

目前, 网络安全漏洞、数据泄露、存储故障等问题日益加重, 安全性成为制约云存储发展的首要问题, 如何改善安全性也迫在眉睫。云存储中数据的安全性尚待进一步研究。

参考文献

- [1] 刘忠强, 王开义, 赵向宇, 等. 云环境下作物育种信息化模型研究[J]. 农机化研究, 2017(3): 7-11, 21
- [2] 张卫, 韩义雷, 操秀英. 金种子育种云平台发布助力育种管理工作升级为云服务[J]. 蔬菜, 2016(2): 12
- [3] 赵广飞. 北京建成全国首个大型育种云服务平台[EB/OL]. (2016-01-19) [2018-07-12]. http://www.xinhuanet.com/politics/2016-01/19/c_128642244.htm
- [4] 王彤. 我国种子行业现状对比分析及改进建议[J]. 商场现代化, 2016(20): 246-247
- [5] 何倩, 陈亦婷, 董庆贺, 等. 基于 MongoDB 的物联网接入云服务平台[J]. 桂林电子科技大学学报, 2017, 37(1): 1-7
- [6] 胡珊珊. 面向云存储的非结构化数据存储研究与应用[D]. 广州: 广东工业大学, 2014
- [7] Mao X, Zhao G, Sun R Y. Parameter optimization based two-layer SVM classification model for evaluation of maize breeding[C]. 13th International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, 2017: 2497-2502
- [8] Roopaei M, Rad P, Choo K K R. Cloud of things in smart agriculture: intelligent irrigation monitoring by thermal imaging[J]. IEEE Cloud Computing, 2017, 4(1): 10-15

(收稿日期: 2018-07-12)

中亚的植物。一般认为苜蓿起源于“近东中心”的小亚细亚、外高加索、伊朗和土库曼高地,常提到的苜蓿地理学中心应为现在的伊朗。Muller等^[1]研究表明,栽培品种的祖先是起源于近东(指亚洲西南部和非洲东北部地区,伊朗、阿富汗除外)一直到亚洲中部之间的地区及西班牙的野生种群。

公元前5000年,在中亚、两河流域已有苜蓿的驯化、种植。最初将苜蓿用作牧草的记载,出现于公元前1300年,希泰族的石碑上就有用苜蓿饲喂动物的记载。随后,通过入侵军队、探险家和传教士等的活动,苜蓿传入欧洲、北非、阿拉伯半岛、南美等地区,逐渐分布于世界各地^[2-3]。公元前138年和119年,外交家张骞两次出使西域,并带回苜蓿种子。到明清时期,苜蓿在我国种植已经相当广泛,一般作为饲草、绿肥利用,有时也用作蔬菜、草药等。至此,我国开始广泛栽培利用苜蓿。

1.2 苜蓿种质资源的分布 苜蓿大多数分布在30°~60°N、20°~45°S,其中美国、加拿大、意大利、法国、苏联南部、中国均属于苜蓿主产区;而南半球仅新西兰、阿根廷、澳大利亚等部分国家和地区种植苜蓿^[4-5]。

中国是苜蓿属植物主要分布地区之一,处在30°~45°N之间,属于最适宜种植苜蓿的区域。我国苜蓿主要分布在黄河流域及其以北的广大地区,包括江苏、河南、山东等17个省区。在新疆、甘肃等降雨量少,但有灌溉的地区也有大面积苜蓿分布^[6]。2015年年末,全国苜蓿共有471.13万hm²的保留面积,在全国优质苜蓿种植区域中,黑龙江、甘肃、内蒙古、新疆、宁夏、河北等6个省(区)约占89.8%,形成了一批较大面积、连片、集中的规模化种植基地。

1.3 苜蓿种质资源的分类 中国是苜蓿属植物资源分布最丰富的地区之一,《中国植物志》记载苜蓿属植物共有13个种、1个变种^[7],《中国苜蓿》记述了12个种、3个变种、6个变型^[8]。根据《中国草种资源重点保护系列名录》的报道以及吴仁润等^[9]、卢欣石^[10]的研究,我国苜蓿属植物为46个种(包括亚种和变种),其中野生多年生种30个(12个变种,1个亚种),一年生种5个,国外引进种11个。新疆是我国苜蓿属植物遗传资源的分布中心和变异中心,是分布最为密集、多样的区域,我国30个多年生种中,且仅分布于新疆的就达19个种。

2 盐胁迫对紫花苜蓿的影响

2.1 盐胁迫对紫花苜蓿种子萌发的影响 在吸水、萌芽、发育的进程之中,盐浓度往往对紫花苜蓿种子发芽率、发芽势的影响较大。韩清芳等^[11]通过对19个国内外苜蓿品种萌发期种子耐盐性的研究,发现盐溶液浓度的变化显著影响苜蓿种子的发芽率。王榕楷等^[12]指出,植物的耐盐性随个体发育阶段的变化而不同,紫花苜蓿芽体比较稚嫩,对盐胁迫相对较为敏感,在其萌发和幼苗期耐盐性表现最差,生殖期次之,生长后期相对耐盐。在盐胁迫下,紫花苜蓿种子在低浓度时有较高的发芽势,并对胚根和胚芽生长有促进作用,表明低盐浓度益于种子萌发;若浓度相对较高时,则不论胚芽、根长,还是发芽势均快速下降,李潮流等^[13]研究也表明高盐浓度抑制种子萌发。

在耐盐性鉴定中多采取不同的盐胁迫溶液。梁云媚等^[14]选择氯化钠、硫酸镁、氯化钙3种盐设置不同浓度的盐溶液,对4种苜蓿种子进行萌发期胁迫处理,最终发现,较低浓度的盐溶液均有利于种子萌发,而发芽率伴随盐浓度的提升而下降;在萌发时不同盐对同一品种苜蓿种子的胁迫作用影响强度不同,发芽率在氯化钙处理下有极显著影响。

2.2 盐胁迫对紫花苜蓿产量的影响 生长于盐渍土的紫花苜蓿,由于矿质养分与盐分离子的交互作用,使得养分吸收、利用和分配的平衡被打破,苜蓿出苗速度等受到抑制,最终产量降低。李源等^[15]对48份俄罗斯苜蓿种质在不同NaCl浓度胁迫下苗期的生长特性进行分析,结果表明,苜蓿存活率、地上生物量、株高及地下生物量随盐浓度的增加而下降,各种质间表现出显著性差异。侯振安等^[16]结合室内模拟,研究盐分对苜蓿生长、营养吸收的影响,结果表明,盐分离子积累和必需营养元素吸收量减少引起苜蓿营养失调,使苜蓿株高和干物质下降,下降幅度随盐浓度的增加而增加。李品芳等^[17]通过研究发现,随含盐量的增加,苜蓿的茎叶干重日相对生长速率显著降低,减少39.5%~77.5%。此外,在全盐量0.69%时,对苜蓿进行21d处理之后,产生了萎蔫、死亡等现象。桂枝等^[18]给出了同样的结果。苜蓿耐盐能力、土壤盐渍化程度及盐离子组成,均会对苜蓿产量的降低幅度产生影响。

3 紫花苜蓿耐盐生理的研究

张永峰等^[19]研究了在混合NaCl/Na₂CO₃胁迫下紫

花苜蓿生理指标的变化,随盐浓度的增高,脯氨酸、抗氧化酶、可溶性糖和束缚水与自由水比值会逐渐的增高,但是叶片持水力下降。高浓度盐分能影响到抗氧化酶的活性,也会导致脯氨酸的积累^[20]。为研究盐胁迫下脯氨酸甜菜碱的积累和代谢情况,将3周龄的苜蓿放入0.2mmol/L的NaCl溶液中,幼苗、根部、结节处脯氨酸甜菜碱的含量分别提升了10倍、4倍和8倍^[21]。

孙伟泽^[22]研究表明,受盐胁迫时,CAT、SOD和POD等抗氧化酶的活性和Vc等非酶抗氧化剂的含量会增加。在发芽阶段,紫花苜蓿抗氧化酶活性与耐盐性之间为正相关^[23],对比耐盐品种而言,敏盐品种的抗氧化酶活性较低^[24]。在幼苗阶段,植株地上部分的 Na^+/K^+ 与品种的耐盐性则呈现出负相关关系^[25]。

4 紫花苜蓿的耐盐育种

紫花苜蓿是优良豆科牧草的重要代表,所有关于耐盐性的研究,最终目的都是选育耐盐性强的新品种。基于传统的杂交技术,诸多育种专家们进行了大量新品种选育工作,由于此种方式存在耗时过多、周期长、选定范围狭窄等问题,导致其发展、利用受到限制。基因工程使基因在不同物种之间的转移变为现实,为定向选育新品种提供了条件,当前已获得了一些耐盐紫花苜蓿新品系(种)。

植物的耐盐性是一个综合数量性状,是由多基因共同决定的^[26],是多个抗盐基因适时诱导联合表达和多种耐盐生理生化过程协调作用的结果。全面研究并了解紫花苜蓿的耐盐机理、耐盐性状遗传性以及耐盐相关基因和其表达模式,在此基础上,最大限度地针对苜蓿的生物学潜力进行挖掘,使得诸多品质优良、耐盐性突出的新品种得以培育出来,可有效地改良盐碱地,增加苜蓿的产量,为畜牧业的发展作出贡献。

参考文献

- [1] Muller M H, Poncet C, Prosperi J M, et al. Domestication history in the *Medicago sativa* species complex : inferences from nuclear sequence polymorphism[J]. *Molecular Ecology*, 2005, 15: 1589-1602
- [2] 杨青川, 康俊梅, 张铁军, 等. 苜蓿种质资源的分布、育种与利用[J]. *科学通报*, 2016, 61 (2): 261-270
- [3] 李平, 孙杰, 邢建军. 论苜蓿的起源与传播[J]. *内蒙古草业*, 2012, 24 (1): 5-8
- [4] 杨青川. 苜蓿种植区划及品种指南[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2012
- [5] Segovia-Lerma A, Murray L W, Townsend M S, et al. Population-based diallel analyses among nine historically recognized alfalfa germplasms[J]. *Theoret Appl Genet*, 2004, 109: 1568-1575
- [6] 白可喻, 徐斌, 邱建军. 基于GIS的中国苜蓿资源分布和生产力分析[J]. *中国草地学报*, 2007, 29 (4): 15-20
- [7] 吴征镒. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1998
- [8] 耿华珠. 中国苜蓿[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995
- [9] 吴仁润, 卢欣石. 我国苜蓿资源的简介与开发利用[C]//中国草地科学研究与发展战略. 北京: 中国科技出版社, 1995
- [10] 卢欣石. 中国苜蓿属植物遗传资源分类整理探究[J]. *中国草地学报*, 2009, 31 (5): 17-22
- [11] 韩清芳, 李崇巍, 贾志宽, 等. 不同苜蓿品种种子萌发期耐盐性的研究[J]. *西北植物学报*, 2003, 23 (4): 597-602
- [12] 王榕楷, 丁小球, 胡玉佳, 等. 三种草坪草的耐寒性及其与超氧化物歧化酶作用关系初步研究[J]. *中国草地*, 2001, 23 (1): 46-49
- [13] 李潮流, 周湖平, 张国芳, 等. 盐胁迫对多叶型苜蓿种子萌发的影响[J]. *中国草地*, 2004, 26 (2): 21-25
- [14] 梁云媚, 李燕, 多立安, 等. 不同盐分胁迫对苜蓿种子萌发的影响[J]. *草业科学*, 1998, 15 (6): 21-25
- [15] 李源, 刘贵波, 高洪文, 等. 紫花苜蓿种质耐盐性综合评价及盐胁迫下的生理反应[J]. *草业学报*, 2010, 19 (4): 79-86
- [16] 侯振安, 李品芳, 龚元石. 盐渍条件下苜蓿和羊草生长与营养吸收的比较研究[J]. *草业学报*, 2000, 9 (4): 68-73
- [17] 李品芳, 侯振安, 龚元石. NaCl胁迫对苜蓿和羊草苗期生长及养分吸收的影响[J]. *植物营养与肥料学报*, 2001, 7 (2): 211-217
- [18] 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
- [19] 张永峰, 梁正伟, 隋丽. 盐碱胁迫对苗期紫花苜蓿生理特性的影响[J]. *草业学报*, 2009, 18 (4): 230-235
- [20] Wang X S, Han J G. Changes of proline content, activity, and active isoforms of antioxidative enzymes in two Alfalfa cultivars under salt stress[J]. *Agricultural Sciences in China*, 2009, 8 (4): 431-440
- [21] Trinchant J C, Boscari A, Spennato G, et al. Proline betaine accumulation and metabolism in alfalfa plants under sodium chloride stress[J]. *Plant Physiol*, 2004, 135 (3): 1583-1594
- [22] 孙伟泽. NaCl胁迫对紫花苜蓿七个生理生化指标的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2009
- [23] Wang W B, Kim Y H, Lee H S, et al. Analysis of antioxidant enzyme activity during germination of Alfalfa under salt and drought stresses[J]. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2009, 47: 570-577
- [24] Babakhani B, Khavari-Nejad R A, Sajedi R H, et al. Biochemical responses of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars subjected to NaCl salinity stress[J]. *African Journal of Biotechnology*, 2011, 10 (55): 11433-11441
- [25] Bao A K, Guo Z G, Zhang H F, et al. A procedure for assess in the salt tolerance of Lucerne (*Medicago sativa* L.) cultivar seedlings by combining agronomic and physiological indicators[J]. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 2009, 52 (4): 435-442
- [26] 王舟, 刘建秀. DREB/CBF类转录因子研究进展及其在草坪草和牧草抗逆基因工程中的应用[J]. *草业学报*, 2011, 20 (1): 222-236

(收稿日期: 2018-06-19)