

紫花苜蓿抗寒性研究进展及展望

申晓慧 (黑龙江省农业科学院佳木斯分院, 黑龙江佳木斯 154007)

摘要 结合国内外对苜蓿(*Medicago sativa* L.)抗寒性研究成果,从苜蓿抗寒性生理指标性能、根茎类型、休眠性、抗寒育种等方面对紫花苜蓿抗寒性进行了综述及展望。

关键词 紫花苜蓿;生理指标;抗寒性;休眠性

中图分类号 S541+.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)35-13530-01

紫花苜蓿(*Medicago sativa* L.)是栽培面积非常大的重要的多年生豆科牧草。因具有产量高、营养丰富、适应性广、改土肥田等特点,长期以来都是世界上十分重要的饲料作物之一。生产中,苜蓿如何能够安全越冬而不影响其产量成为一直以来研究的热点。由于植物自身的遗传性能和外界的环境条件都会对植物的抗寒性产生诸多影响,所以某一方面抗性指标评价并不能完全代表其田间抗性。对于苜蓿的田间抗寒性评价需要对影响其抗寒性能的各个指标进行综合研究。为此,笔者主要从以下几个方面对苜蓿抗寒性的研究进行综述。

1 苜蓿抗寒性生理生态研究进展

1.1 细胞膜渗透调节作用与紫花苜蓿抗寒性的关系 电导率是用来鉴定细胞膜渗透调节作用的一项常用指标。有研究表明,细胞膜渗透性大小能反映植物的抗寒性强弱。邓雪柯等对低温胁迫下紫花苜蓿的电导率进行了测定,结果表明,在高于-3℃低温胁迫条件下,植物叶片的电导率缓慢增加,当温度低于-4℃低时,叶片的电导率显著增加^[1]。

1.2 可溶性糖含量与紫花苜蓿抗寒性的关系 碳水化合物是保护植物免受寒害和在低温胁迫条件下积累的重要有机物质之一。研究表明,随着秋季温度不断下降,紫花苜蓿根中可溶性糖含量积累逐渐呈增加趋势,翌年春天随着气温不断回升,可溶性糖含量又会降低^[2-3]。Castonguay 等研究表明,在低温胁迫条件下,紫花苜蓿根部可以积累蔗糖、棉子糖和水苏糖^[4]。陶雅等研究表明,苜蓿根内的可溶性碳水化合物含量从9月中旬开始升高到11月中旬达到最峰值,之后又开始逐渐下降至翌年5月,进一步证明了可溶性糖是提高紫花苜蓿抗寒性的重要保护物质之一^[5]。

1.3 游离氨基酸、可溶性蛋白与紫花苜蓿抗寒性的关系 陶雅等研究表明,苜蓿根内游离氨基酸在整个冬季保持较高水平,翌年春季苜蓿返青时开始下降^[6]。在所有研究的氨基酸中,脯氨酸含量是重要的抗寒生理性能指标。韩瑞宏等研究表明,在低温环境条件下,苜蓿抗寒性与脯氨酸含量呈正相关关系^[7]。罗新义等研究表明,低温处理时间越长肇东苜蓿叶片中的游离脯氨酸含量越高,说明游离脯氨酸含量的提高有利于苜蓿抗寒性的增加^[8]。

抗寒性蛋白是研究植物抗寒性热点内容之一。植物的可溶性蛋白及某些酶活性的变化反映了植物代谢方面的变化,这种改变直接或间接地影响植物抗寒性。已有研究表明,冷胁迫条件下,苜蓿根内可溶性蛋白含量及某些特定酶含量均有所增加,说明可溶性蛋白含量与苜蓿的抗寒性关系密切。

1.4 丙二醛与紫花苜蓿抗寒性的关系 丙二醛(MDA)是活性氧自由基的积累超出一定限度时,质膜发生过氧化的产物,MDA 积累增加会增大膜透性,造成电导率变大,电解质大量外渗,从而严重损伤细胞膜系统。因此,可用 MDA 含量的大小来反映植物的抗寒程度。MDA 含量与植物所受逆境胁迫程度及苜蓿品种的不同有关,抗寒性强的品种,MDA 积累量少^[9]。马春萍等研究表明,不同品种的苜蓿生长在常温条件下,根内 MDA 含量差异不明显,但在冷胁迫处理后,不同品种的苜蓿根内丙二醛含量均有明显增加^[10]。

1.5 保护酶活性及激素变化与紫花苜蓿抗寒性的关系 超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)是植物体抗氧化作用的3大保护酶。这3种保护酶主要是用来清除植物体内能够导致细胞膜过氧化的活性氧自由基,如果各种酶活性下降,膜脂过氧化产物大量积累,就会导致整个细胞膜系统瘫痪。冯昌军等研究表明,苜蓿幼苗随着低温胁迫处理时间的延长,叶片内 SOD、POD 酶活性变化趋势为先上升再下降,但即便酶活性下降了,其活性水平也高于对照,说明苜蓿通过维持较高水平的 SOD、POD 酶活性来适应低温冷害^[11]。Gerloff 等指出,抗寒能力强的苜蓿品种 CAT 和 POD 酶活性高于抗寒能力弱的苜蓿品种^[12]。魏臻武等利用聚丙烯酰胺凝胶电泳分析不同品种苜蓿具有6条共同的 SOD 同工酶酶带,结果表明,本地苜蓿品种和德杂种后代与其他苜蓿品种相比较表现出较大的特异性^[13]。

对于激素的变化与苜蓿抗寒性的关系,前人研究表明,用单宁酸溶液处理苜蓿幼苗,能够提高幼苗的抗寒性;短日照低温环境条件下,苜蓿经脱落酸培养液处理后,其抗寒性提高,而同样条件下,经赤霉素处理后,其抗寒性降低。

2 根系类型与紫花苜蓿抗寒性的关系研究进展

紫花苜蓿的根一般有3种类型:直根型、根茎型、根蘖型。国外研究表明,根蘖型植株比直根型植株抗寒能力高。根蘖型苜蓿由于具有匍匐根茎和深入土中的根茎,所以对干旱、严寒的抵抗力强。国内研究也表明,根蘖型苜蓿越冬能

基金项目 黑龙江省政府博士后项目(LBH-Z12239)。
作者简介 申晓慧(1980-),女,吉林扶余人,助理研究员,在读博士,从事牧草育种与栽培研究。
收稿日期 2013-11-05

较明显,高覆盖度草地面积增加了 2.3 万多 km²,朝着良性态势发展。2009 年 10 月,第十一届全国运动会前,山东省人工影响天气办公室连续组织了旨在改善济南生态环境人工增雨作业,运动会开幕前组织了 3 架次的飞机增雨作业,运动会主会场相关高炮和火箭作业点实施了增雨作业,降低了污染指数,净化了城市空气质量。

7 结语

通过对增雨催化剂性能特点分析,由于催化剂使用是微量的,通过对催化增雨区 Ag⁺ 浓度的检测,增雨区 Ag⁺ 浓度远远低于 50 μg/L 的国家标准,增雨催化剂不会对环境造成影响;人工增雨对环境的影响是多方面的,对减轻农业旱情是显而易见的,对生态环境的影响是一个深远的过程。人工增雨炮弹和火箭碎片对环境的影响越来越引起人们的重视,要确保在安全射界内作业,要充分利用人工增雨作业,开发空中水资源,有效缓解水资源短缺,改善生态环境。

参考文献

[1] 中国气象局科技发展司. 人工影响天气岗位培训教材[M]. 北京:气象

出版社, 2003: 47-48.
[2] 肖劲松,毛锋,邱晓玫. 人工增雨与空中水资源的合理开发[J]. 云南环境科学,2006,25(1):12-13.
[3] 章澄昌. 人工影响天气概论[M]. 北京:气象出版社, 1992: 204-207.
[4] VONNEGUTNT B. The nucleation of ice formation by silver iodide[J]. J Appl Phys,1947,18(7):593-595.
[5] 鄢大雄,陈汝珍,蒋耿旺,等. 高效碘化银焰火剂及其成冰性能的研究[J]. 气象学报,1995,53(1):85-86.
[6] BIGG E K,TURTON E. Persistence effects of cloud seeding with silver iodide[J]. J Appl Meteor,1988,27(5):505-514.
[7] 金银龙. 生活饮用水水质卫生标准[S]. 北京:中国标准出版社,1992.
[8] 赵习方,张蕾,赵淑艳. 人工增雨对密云水库 Ag 等化学组成影响研究[J]. 气象科技,2008,36(4):468-472.
[9] 赵习方. 汛期密云水库水质中 Ag 变化特性分析[J]. 气象,2008,36(S1):290-291.
[10] 申亿铭. 云中催化剂的扩散[M]. 北京:气象出版社, 1994: 120-134.
[11] 马官起,王洪恩,王金民,等. 人工影响天气三七高炮实用教材[M]. 北京:气象出版社, 2005: 208-209.
[12] 卢培玉,孙建东,盛日锋,等. BL—1A 增雨防雹火箭系统安全使用探讨[J]. 山东气象,2010,26(7):383-384.
[13] 马官起,任宜勇,王金民,等. 增雨防雹火箭作业系统实用教材[M]. 北京:气象出版社, 2008:12-16.
[14] 张维祥,姜伟平. 农业抗旱型人工增雨效益评估[J]. 中国农学通报, 2007,23(4):453-454.

(上接第 13530 页)

力强于直根型苜蓿。而根茎型苜蓿由于具有能形成地下茎并且在主根死后能够与母株分离而存活的能力,因此其也有较强的抗寒能力。还有研究显示,根粗与抗寒性具有明显的相关性,随着苜蓿根增粗,抗寒性增强。

3 秋眠性与紫花苜蓿抗寒性的关系研究进展

在我国北方从 9 月中旬开始,随着外界环境条件的变化,气温开始逐渐降低,日照时间逐渐变短,霜降来临,促使一些苜蓿品种进入秋眠时期。由于苜蓿通过秋眠来抵御寒冷环境,因此苜蓿的秋眠性与其抗寒性关系密切。冷胁迫环境下,苜蓿的秋眠性与抗寒性呈正相关关系,苜蓿品种抗寒性越强秋眠性越强。Cunningham 等研究表明,秋眠型苜蓿品种在秋季生长缓慢且能长出短且匍匐的茎,因此抗寒性较强,而非秋眠型品种不具有这种特性^[14]。但也有研究表明,苜蓿的秋眠性与抗寒性没有直接关系。Brummer 等研究表明,苜蓿的秋眠性和越冬抵御严寒能力之间没有明显的遗传相关性,反而存在着微弱负相关关系^[15]。

4 苜蓿抗寒性育种研究进展

在国外,RFLP、RAPD 及 SSR 等分子标记技术手段在苜蓿抗寒育种研究中得到了广泛的应用,转基因工程在苜蓿的抗寒性研究方面已经取得了很大的突破。我国苜蓿育种与国外存在较大差距,但近年来,我国育种学家们高度重视分子生物学在苜蓿育种上的应用。夏兰芹等研究并总结出了分子标记辅助育种和种质渐渗研究、遗传连锁图谱绘制、种质鉴定和遗传多样性在苜蓿抗寒育种方面的应用,为苜蓿抗寒育种提供了有效的途径^[16]。

5 展望

对于紫花苜蓿抗寒性的研究,目前主要集中在对各种生理生化指标与抗寒性关系上的研究,虽然不同指标与抗寒性关系逐渐明朗,但仍然存在许多问题需要解决。随着科学技

术的不断进步,研究者们也正在朝着分子水平上进军,并已经取得了一定的研究进展。今后,应采用转基因等分子生物技术并与田间实际生产条件相结合,进一步明确紫花苜蓿的抗寒性生理生化机制,进而解决苜蓿越冬率低、产量低和品质差等重要问题。

参考文献

[1] 邓雪柯,乔代蓉,李良,等. 低温胁迫对紫花苜蓿生理特性影响[J]. 四川大学学报:自然科学版,2005,42(1):190-194.
[2] 梁慧敏,夏阳,梁月香. 碳水化合物含量和过氧化物酶活性变化与苜蓿耐寒性的关系[J]. 甘肃农业大学学报,1995,30(4):307-311.
[3] DHONT C,CASTONGUAY Y,NADEAU P, et al. Alfalfa root carbohydrates and regrowth potential in responses to fall harvests[J]. Crop Sci, 2002,42: 754-765.
[4] CASTONGUAY Y,NADEAU P,LECHASSEUR P. Differential accumulation of carbohydrates in alfalfa cultivars of contrasting winter hardiness[J]. Crop Sci, 1995,35:509-516.
[5] 陶雅,孙启忠. 不同紫花苜蓿品种可溶性糖、全氮、丙二醛含量动态变化及其与抗寒性关系研究[J]. 中国农业科技导报,2008,10(S1):56-60.
[6] 陶雅,孙启忠,李峰,等. 氨基酸与苜蓿抗寒性[C]//中国草学会饲草生产委员会第 15 次饲草生产学术研讨会. 常州:中国草学会饲草生产委员会,2009.
[7] 韩瑞宏,卢欣石,余建斌,等. 苜蓿抗寒性研究进展[J]. 中国草地,2005, 27(2):60-64.
[8] 罗新义,冯昌军,李红. 低温胁迫下肇东苜蓿 SOD、脯氨酸活性变化初报[J]. 中国草地,2004,26(4):79-81.
[9] 由继红,杨文杰,李淑云. 不同品种紫花苜蓿耐寒性的研究[J]. 东北师范大学学报:自然科学版,1995(2):102-105.
[10] 马春萍,宋丽萍,崔国文. 紫花苜蓿耐寒生理指标的比较研究[J]. 黑龙江畜牧兽医,2006(6):47-48.
[11] 冯昌军,罗新义,沙伟,等. 低温胁迫对苜蓿品种幼苗 SOD、POD 活性和脯氨酸含量的影响[J]. 草业科学,2005,22(6):29-32.
[12] GERLOFF E D,RICHARDSON T,STAHMANN M A. Changes in fatty acids of alfalfa roots during cold hardening[J]. Plant Physiol,1966,41(8):1280-1284.
[13] 魏臻武,王德贤,贺连昌. 超氧化物歧化酶在苜蓿抗寒锻炼过程中的作用[J]. 草业科学,2006,23(7):15-18.
[14] CUNNINGHAM S M,VOLENEC J J,TEUBER L R. Plant survival and root and bud composition fall dormancy[J]. Crop Sci,1998,38:962-969.
[15] BRUMMER E C,SHAH M M,LUTH D. Reexamining the relationship between fall dormancy and winter hardiness in alfalfa[J]. Crop Sci, 2000, 40:971-977.
[16] 夏兰芹,郭三堆,蒋九泉. 分子标记技术及其在苜蓿遗传育种研究中的应用[J]. 中国草地,2000(3):66-69.