

国内紫花苜蓿抗寒性机理研究进展

窦玉梅

(富裕县兽医卫生防疫站,黑龙江 富裕 161200)

摘要:根据国内大量研究成果,从紫花苜蓿的外部茎叶结构和根系特征及其内部的细胞膜透性、体内碳水化合物含量、氮代谢、脂类代谢、保护酶系和激素变化等方面综述了紫花苜蓿抗寒性机理。

关键词:紫花苜蓿;抗寒性;机理

中图分类号:S54

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2011)07-0146-03

紫花苜蓿(*Medicago sativa* L.)为多年生牧草,我国北方冬季漫长寒冷,紫花苜蓿普遍存在着越冬率低,容易发生冻害和死亡的现象,苜蓿越冬死亡是寒冷地区苜蓿生产面临的主要问题^[1],因此,有关苜蓿抗寒性研究一直都是研究热点之一。我国在苜蓿抗寒性研究领域取得了很多有价值的研究成果。现就我国在紫花苜蓿形态结构特征和生理生化变化与其抗寒性研究方面取得的一些成果进行了论述。

1 紫花苜蓿形态结构与其抗寒性

1.1 茎叶结构与其抗寒性

植物的茎和叶作为暴露环境中的器官,最易受到并反映环境诸因子所带来的影响。但到目前为止,有关苜蓿茎叶形态结构对低温适应性的报道还很少。孙启忠等人研究表明,越冬率与越冬前植株状态密切相关,播种当年根颈的粗度、分枝数的多少、株高及单株重量,在不同播期之间差异显著。播种期越早根颈越粗,分枝增多,株高及单株重提高,苜蓿越冬率也相应增加^[2]。刘香萍等人研究发现,苜蓿子叶节长度与抗寒性之间相关性不大,第一真叶叶腋枝条长度与抗寒性间呈显著正相关性,可作为生产实践中评价苜蓿抗寒性能的参考指标之一^[3]。

1.2 根系特征与其抗寒性

苜蓿的抗寒性在很大程度上取决于根系,分枝型根系比单个直根能更好地忍受冻拔现象^[4]。在直根型、分枝根型、根茎型和根蘖型4种苜蓿根系类型中,根蘖型苜蓿由于具有葡萄根根颈和深入土中的根颈,所以对于干旱、严寒的抵抗力强^[5]。

分枝根型苜蓿可形成地下茎,可以自身更新,当主根死后,可与母株分离而保持独立生存,在苜蓿具有根系增殖的伸展习性时,比具直根系的植株更为抗寒,更易于在伤害后恢复生长。梁慧敏等从根系生理生化变化上证明了根蘖型苜蓿抗寒越冬力强于直根型苜蓿^[6-8]。对受冻害后紫花苜蓿根颈再生方法的研究发现,通过除去冻害部位,可防止根系继续腐烂,保护了未冻害部分,增加了苜蓿发芽的有效部位,同时,使根系与地面的距离变短或露出地面,增加光照强度,提高地温,促使未冻害苜蓿根系发芽,返青提前,增加产量^[9]。

2 紫花苜蓿生理生化变化与其抗寒性

2.1 相对电导率变化与其抗寒性

苜蓿的抗寒性与细胞膜透性及细胞膜脂肪酸成分有着密切的关系。低温胁迫下,苜蓿细胞膜受损,透性增大。而抗寒性强的品种其细胞膜透性较抗寒性差的品种要小,电解质渗出率低。邓雪柯等通过对低温胁迫下紫花苜蓿电导率等生理生化指标的测定,结果表明,在高于-3℃低温胁迫时,叶片的电导率呈缓慢增加,而在低于-4℃时,由于质膜受到损伤电导率呈明显增加,表明该紫花苜蓿可以耐受-3℃的低温^[10]。由继红等用紫花苜蓿叶片诱导产生愈伤组织,然后用EMS对愈伤组织进行处理,并进行低温筛选,获得抗寒性突变体,并用生理生化方法对愈伤组织突变体的抗寒性进行了鉴定,结果表明,突变体和正常愈伤组织的相对电导率区别极显著,电导率是用来鉴定植物抗寒性大小的一项常用指标,其值越大,则抗寒性越小,实验结果表明突变体是抗寒的^[11]。

2.2 碳水化合物含量与其抗寒性

碳水化合物作为植物抗寒的主要保护物质之一,是植物体在低温期间积累的重要有机物,尤其

收稿日期:2011-04-06

作者简介:窦玉梅(1963-),女,黑龙江省富裕县人,学士,高级农艺师,从事农业技术推广工作。E-mail: 42413586@qq.com。

对于二年生和多年生植物而言,秋季积累贮藏性碳水化合物是植物越冬、再生的能量和物质来源,也是更新芽萌动的主要动力。而关于苜蓿越冬和低温胁迫期间碳水化合物积累方面的研究结果不尽相同。主根中碳水化合物对苜蓿的返青及抗寒性起十分重要的作用^[12]。陶雅等以国内外 6 个紫花苜蓿品种为试验材料,研究了不同时间、不同品种根部可溶性糖含量的动态变化与抗寒性的关系,结果表明,苜蓿根内的可溶性糖含量从 9 月中旬开始升高,11 月中旬达到最高峰,之后开始逐渐下降,一直延续到次年 5 月中旬,说明可溶性糖是一种低温保护物质,能够提高苜蓿对低温胁迫的适应^[13]。梁慧敏等取样测定了根蘖型、直根型苜蓿水分及碳水化合物含量、过氧化物酶的活性,研究表明,以宿根越冬的苜蓿其抗寒力主要表现在根部,与直根型苜蓿相比,根蘖型苜蓿根颈水含量低,可溶性糖含量和过氧化物酶的活性高,这些重要的生理特性与根蘖型苜蓿优良的抗寒性有关^[7]。刘香萍实验结果认为苜蓿主根糖浓度显著正相关于其抗寒性,淀粉浓度与抗寒性呈显著负相关,TNC 浓度也与抗寒性间呈一定负相关,但相关性不显著,同时,糖、淀粉与 TNC 秋季单株主根总含量没有表现出与抗寒性间的显著相关性^[14]。

2.3 氮代谢变化与其抗寒性

在冷胁迫条件下(短日照、昼温 10℃、夜温 5℃),抗寒性强的苜蓿品种能够结瘤并且固氮。相反,抗寒性弱的苜蓿品种根部或者是不能结瘤或者是结瘤很少,几乎不能固氮。即使在非冷胁迫条件下,抗寒性品种的结瘤及固氮能力也较非抗寒性品种要强。全氮含量不仅关系到苜蓿对低温的抵御能力,而且直接关系到苜蓿翌年春季的再生与返青。

低温胁迫会引起植物细胞中可溶性蛋白质含量发生变化,并有特异蛋白的产生,且与植物的抗寒性密切相关。低温引起蛋白质的变化在植物抗寒中的作用日益受到人们的关注,成为现今植物抗寒研究中的热点之一。蛋白质的变化与紫花苜蓿抗寒性的关系研究,在我国还属空白。

游离氨基酸与苜蓿的抗寒性关系研究表明,苜蓿根内游离氨基酸、精氨酸在秋末冬初升高,并在整个冬季保持较高水平,春季返青时下降^[15]。脯氨酸富含能量、含氮化合物,是逆境下氮和能量的储存库。脯氨酸含量的变化可以作为衡量植物

抗寒性的重要生理生化指标。韩瑞宏等认为,低温下,苜蓿植株体内脯氨酸含量的增加有利于提高其抗寒性^[16]。

2.4 脂类代谢变化与其抗寒性

低温锻炼时苜蓿抗寒品种的脂类含量增加,其中主要是多聚不饱和亚油酸和亚麻酸含量增加以及膜组分磷脂的增加。对 20 种苜蓿叶片膜脂脂肪酸组分和变化的分析中发现,5℃ 低温状态下,苜蓿品种间叶片膜脂棕榈烯酸亚麻酸含量高、变化率大,表现出对低温环境的敏感,为苜蓿的抗寒指示性脂肪酸^[17]。

2.5 保护酶系统变化与其抗寒性

低温胁迫下,植物体内超常积累活性氧自由基,引起膜脂过氧化导致冷伤害。植物体内超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)等保护酶系统具有清除活性氧自由基的功能,以减轻活性氧对植物的伤害。冯昌军等研究了苜蓿幼苗叶片内 SOD、POD 活性的变化,结果表明,随着低温胁迫时间的延长,苜蓿幼苗叶片内 SOD、POD 酶活性均呈现先上升后下降的变化趋势,酶活性下降后仍能维持高于对照的活性水平,从而证明苜蓿通过维持较高水平的 SOD、POD 活性来适应低温胁迫,减轻低温伤害^[18]。杨秀娟在对抗寒性差异较大的 2 个苜蓿品种根茎 POD、SOD 和 CAT 酶活性测定发现,从夏季到冬初,POD、SOD 和 CAT 酶活性增强,但在进入冬季最冷月,3 种酶活性明显下降^[19]。酶带数的多少可以测定苜蓿的抗寒性。梁慧敏等通过对根蘖型和直根型苜蓿根、茎、芽的过氧化物酶同工酶变化的测定,结果表明,2 类根系苜蓿同工酶谱带数目的变化均与季节温度变化相一致,但根蘖型苜蓿的数值明显大于直根型苜蓿,说明根蘖型苜蓿抗寒越冬力强于后者^[6]。魏臻武等利用聚丙烯酰胺凝胶电泳分析结果表明,不同苜蓿品种具有 6 条共同的 SOD 同工酶酶带,适应高寒地区气候条件的当地材料同德杂种苜蓿表现出与其它苜蓿品种较大的特异性^[20]。

2.6 激素变化与其抗寒性

一些生长抑制剂可以促进抗寒性,而促生长激素如赤霉素和植物生长素抑制抗寒性的发展。王静等应用植物叶片膜透性的测定方法研究了外施单宁酸溶液对紫花苜蓿幼苗膜透性的影响,结果表明,用单宁酸溶液处理苜蓿幼苗,可以降低膜透性,提高幼苗的抗寒性^[21]。

将非抗寒性品种(Hairy Peruvian)在短日照低温条件下培养于脱落酸(ABA)营养液中,发现其抗寒能力得到明显增强。相对应,将抗寒性品种(Ranger)在短日照低温条件下用赤霉素(GA)处理,其表现出非抗寒性品种的生长特性,并且抗寒能力下降^[22]。

3 展望

紫花苜蓿的抗寒性与其外部的茎叶结构和根系特征及其内部的细胞膜透性、体内碳水化合物含量、氮代谢、脂类代谢、保护酶系和激素变化密切相关,随着苜蓿抗寒性研究的逐步深入,对上述因素与苜蓿抗寒性的关系研究也越来越清楚。但在苜蓿抗寒性的研究中仍有很多问题尚待解决。迄今为止,还未形成一个快速、简洁、准确的抗寒鉴定指标体系;关于根系与苜蓿的抗寒性之间的关系还不十分清楚。与国外相比,我国在苜蓿抗寒性分子生物学、基因工程方面的研究差距还很大。在当代分子生物学、分子遗传学和基因工程等现代生物技术的支撑下,相信我国对紫花苜蓿抗寒性机理研究会有创新性突破。

参考文献:

- [1] 洪绶曾. 苜蓿科学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009.
- [2] 孙启忠, 桂荣, 韩建国. 赤峰地区敖汉苜蓿冻害及其防御技术[J]. 草地学报, 2001, 9(1): 50-57.
- [3] 刘香萍, 李国良, 崔国文. 苜蓿生长早期形态发育指标与其抗寒性关系的研究[J]. 养殖技术顾问, 2006(12): 52-53.
- [4] 洪绶曾. 苜蓿的根孽类型和根孽型苜蓿的选育[J]. 牧草与饲料, 1987(4): 10-15.
- [5] 耿华珠. 苜蓿的科学与技术[C]. 中国草原学会文集, 北京: 中国农业出版社, 1986.
- [6] 梁慧敏, 夏阳. 苜蓿抗寒性及根孽性状的表现与过氧化物酶同工酶关系的研究[J]. 草业学报, 1998, 7(4): 55-60.
- [7] 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抗寒性的关系[J]. 甘肃农业大学学报, 1995, 30(4): 307-311.
- [8] 洪绶曾. 根孽型苜蓿的引种研究[J]. 中国草业科学, 1987(5): 1-4.
- [9] 张宝田, 穆春生, 李志坚, 等. 紫花苜蓿受冻害后促进根颈枝条再生方法的研究[J]. 中国草地, 2003, 25(5): 48-51.
- [10] 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.
- [11] 由继红, 杨文杰, 李淑云. 紫花苜蓿抗寒性突变体的筛选[J]. 东北师范大学学报自然科学版, 1996(2): 84-87.
- [12] 李国良, 刘香萍, 杜广明, 等. 晚秋刈割对苜蓿抗寒性的影响[J]. 当代畜牧, 2006(12): 36-38.
- [13] 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.
- [14] 刘香萍. 苜蓿品种间抗寒性能评价及其相关形态学与生理学研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2004.
- [15] 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(论文集). 常州: 中国草学会饲草生产委员会, 2009.
- [16] 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.
- [17] 夏明, 刘亚学, 阿拉木斯, 等. 低温下苜蓿叶片膜脂肪酸组分的研究[J]. 中国草地, 2006, 24(6): 28-37.
- [18] 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.
- [19] 杨秀娟. 紫花苜蓿抗寒性评价及其对秋季低温适应性[D]. 北京: 中国林业大学, 2006.
- [20] 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.
- [21] 王静, 魏小红, 龙瑞军. 单宁酸溶液对低温胁迫下紫花苜蓿膜透性的影响[J]. 草原与草坪, 2005(2): 43-45.
- [22] 武海燕. 紫花苜蓿化学成分的研究进展[J]. 内蒙古石油化工, 2010, (24): 18-20.

Advance of Research on Cold-Resistance Mechanism of Alfalfa in China

DOU Yu-mei

(Veterinary Health and Epidemic Prevention Station in Fuyu County, Fuyu, Heilongjiang, 161200)

Abstract: The mechanism of cold-resistance of alfalfa were revealed from its exterior of stem-leaf structure and root character, the indexes changes of physiology and biochemist, such as cell membrane permeability, carbohydrate contents, nitrogen metabolism, lipids metabolism, enzymes and hormones based on the achievements at home.

Key words: alfalfa; cold-resistance; mechanism